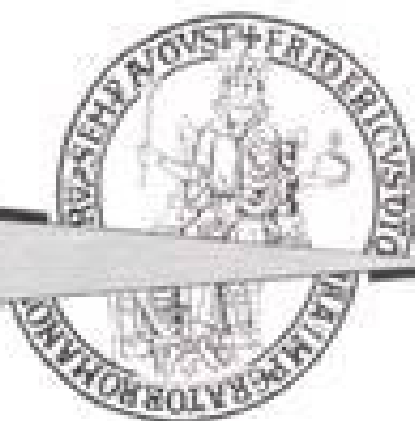


UNIVERSITA'
DEGLI STUDI
DI NAPOLI
FEDERICO II

FACOLTA' DI
ARCHITETTURA

DOTTORATO
DI RICERCA
IN CONSERVAZIONE
DEI BENI
ARCHITETTONICI

PROBLEMI CONNESSI
ALLA VALUTAZIONE
DEL RISCHIO SISMICO
PER IL PATRIMONIO
ARCHITETTONICO
E STORICO
NEI CENTRI ANTICHI



IL CASO DI
LAINO CASTELLO / CS

TESI DI
FILOMENA GALIZIA

PRESENTATA
PER IL CONSEGUIMENTO
DEL TITOLO DI
DOTTORE DI RICERCA

TUTOR
PROF. LUCIO FINO

NAPOLI 2005



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

Dottorato di ricerca in:
“CONSERVAZIONE DEI BENI ARCHITETTONICI”

-XVII ciclo-
Coordinatrice Prof.ssa Stella Casiello

Indirizzo:
METODI DI VALUTAZIONE PER LA CONSERVAZIONE INTEGRATA DEL
PATRIMONIO ARCHITETTONICO, URBANO ED AMBIENTALE.

Coordinatore d'indirizzo Prof. L. Fusco Girard

PROBLEMI CONNESSI ALLA VALUTAZIONE
DEL RISCHIO SISMICO PER IL PATRIMONIO
ARCHITETTONICO E STORICO NEI CENTRI ANTICHI
Il caso di LAINO CASTELLO (CS)

Filomena Galizia

Tutor: Prof. Lucio Fino

Tesi presentata per il conseguimento del titolo di
Dottore di Ricerca

Napoli, 2005

PREMESSA	6
CAPITOLO I - RISCHIO SISMICO	9
1.1 VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA	10
1.1.1 Il metodo probabilistico	12
1.1.1.a Zonazione sismogenetica	14
1.1.1.b Catalogo sismico ed analisi di completezza	15
1.1.1.b.1 Analisi di completezza dei cataloghi	17
1.1.1.c Processo di Poisson	20
1.1.1.d Legge di ricorrenza	21
1.1.1.e Leggi di attenuazione in termini di accelerazione di picco	22
1.1.1.f Leggi di attenuazione in termini di intensità	25
1.1.1.g Le mappe della pericolosità sismica	29
1.1.2 Il metodo deterministico	31
1.1.3 Il metodo misto	32
1.1.4 Il metodo di sito	34
1.1.5 Classificazione sismica del territorio italiano	35
1.1.6 Nuova classificazione sismica	37
1.2 VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA	41
1.2.1 Metodi di valutazione per la vulnerabilità degli edifici	44
1.2.2 Vulnerabilità strutturale degli edifici in muratura	47
1.2.2.a. Parametro d: misura del danno	47
1.2.2.b. Parametro s: misura della severità del sisma	50
1.2.2.c. Correlazione danno-severità del sisma	52
1.2.3 Metodo delle Matrici di Probabilità di Danno	53
1.2.4 Metodologia dell'indice di vulnerabilità o di II livello	60
1.2.4.a La misura economica del danno	67
1.2.5 Considerazioni	68
1.2.6 Valutazione della vulnerabilità sismica delle chiese	70
1.2.6.a Scheda per il rilievo della vulnerabilità e del danno alle chiese	75
1.2.6.b Determinazione dell'indice di danno e di vulnerabilità	78
1.2.6.c L'indice di vulnerabilità nella valutazione del danno in termini probabilistici	82
1.3 VALUTAZIONE DELLA ESPOSIZIONE	88
1.3.1 L'indice di utenza	89
1.3.2 L'indice di funzione	90
1.4 STIMA DEL RISCHIO SISMICO	91
1.4.1 Stima del rischio sismico per il patrimonio edilizio	92
CAPITOLO II: IL CASO STUDIO: LAINO CASTELLO	96
2.1. CENNI STORICI, GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI	98
2.1.1 Cenni storici	99
2.1.2 Caratteri geologici	102
2.1.3 Lineamenti geomorfologici e condizioni di stabilità	103
2.2 DESCRIZIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO	106
2.3 ANALISI DELLA SISMICITÀ STORICA DEL TERRITORIO	109
2.4 STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA COL METODO PROBABILISTICO	112
2.5 STIMA DELLA VULNERABILITÀ DEL COSTRUITO	116
2.5.1 Strumenti di rilievo	118
2.5.2 Rilievo dello stato di fatto degli edifici	121
2.5.2.a Comparto C1	122
2.5.2.b Comparto C2	125
2.5.2.c Edificio I- E1	127
2.5.3 Determinazione della vulnerabilità edilizia	130
2.5.3.a Attribuzione delle classi di vulnerabilità per l'uso delle DPM	131
2.5.3.b Approccio di II livello: correlazione intensità-vulnerabilità-danno	136
2.5.3.c Confronto dei risultati	138

2.5.4 Valutazione della vulnerabilità della chiesa di S. Teodoro.....	140
2.6 STIMA DELLA ESPOSIZIONE.....	142
2.7 CONCLUSIONI: STIMA COMPLESSIVA DEL RISCHIO SISMICO.....	143
BIBLIOGRAFIA	146
APPENDICE.....	153
INDICE APPENDICE	I
LEGENDA DELLA ZS 4	II
NT4.1 UN CATALOGO PARAMETRICO DI TERREMOTI DI AREA ITALIANA.....	III
TABELLA. A.....	V
TABELLA.B.....	XXXIV
TABELLA. C.....	XXXVIII
CHECK-LIST	XLII
SCHEDA DI 1° LIVELLO	XLIII
SCHEDA DI VULNERABILITÀ 2° LIVELLO (MURATURA)	XLV
SCHEDA PER IL RILIEVO DELLA VULNERABILITÀ E DEL DANNO ALLE CHIESE.....	XLVI
ABACO DEI MECCANISMI DI COLLASSO DELLE CHIESE	L
RILIEVI	LII
TAVOLA. 1 COMPARTO C1.....	LIII
TAVOLA. 2 COMPARTO C2.....	LIV
TAVOLA. 3 EDIFICIO E.1	LV
TAVOLA. 4 CHIESA DI SAN TEODORO	LVI
TAVOLA. 1 RILIEVO COMPARTO C1.....	LVII
TAVOLA. 2 RILIEVO COMPARTO C2.....	LVIII
TAVOLA. 3 RILIEVO EDIFICIO E.1	LIX
TAVOLA. 4 RILIEVO CHIESA DI SAN TEODORO	LX

*a mio fratello
Walter*

Premessa

Il patrimonio architettonico, inteso come un unico *tessuto edilizio*, costituito sia dalle emergenze (un castello o una cattedrale, un edificio storico, un obelisco, etc.), che dagli edifici di edilizia minore, rappresenta un deposito di valori che contribuisce al processo di riconoscimento di una comunità. Pertanto la sua conservazione assume una importanza fondamentale per il suo valore simbolico e culturale, per la sua irriproducibilità, per la sua capacità di stimolare senso di identità, per la sua testimonianza storica. In tale ambito, in particolare, detto patrimonio dovrà essere anche salvaguardato da possibili eventi sismici che lo porterebbero o alla distruzione o a modificazioni permanenti.

E' noto che una delle strategie di difesa dai sismi è quella di migliorare la qualità del costruito, riducendo la sua danneggiabilità a livelli accettabili. Per le nuove costruzioni il raggiungimento di tale livello dovrebbe essere implicitamente ottenuto con l'osservanza delle norme antisismiche. Altro discorso è quello riguardante gli edifici esistenti, costruiti in epoche passate, in assenza di normative antisismiche e con caratteristiche tipologiche e strutturali diverse. Questi infatti necessitano di una valutazione della loro attuale predisposizione al danneggiamento, per future scelte di interventi da adottare.

La ricerca, privilegiando un indirizzo di studio a grande scala, vuole contribuire allo sviluppo di un processo metodologico che abbia per finalità la valutazione della vulnerabilità di edifici in muratura dei centri antichi al fine di conseguire risultati trasferibili. In questo contesto lo studio di metodi¹ per la valutazione e riduzione del

¹ Studio di metodi per la valutazione del rischio sismico previsto nel DPR n. 85 del 24 gennaio 1991, art. 26, *Regolamento concernente la riorganizzazione ed il potenziamento dei servizi tecnici nazionali, geologico, idrografico e mareografico, sismico e dighe.*

rischio sismico², riferito sia a singole costruzioni che a loro insiemi, è parte integrante dell'attività conoscitiva sulle problematiche connesse al fenomeno terremoto.

Pertanto si fa riferimento alla definizione più generale di *rischio sismico*, per la cui valutazione -secondo la terminologia ormai consolidata- concorrono le informazioni relative alla *pericolosità*, alla *vulnerabilità* ed alla *esposizione*.

La determinazione di tali parametri è affrontata nella prima parte della ricerca; la seconda, invece, è incentrata sullo studio svolto per il centro storico di Laino Castello (CS), dove sono stati applicati le conoscenze acquisite nella prima parte della ricerca.

L'obiettivo finale è stato quello di valutarne il rischio sismico al fine di permettere l'individuazione di una adeguata strategia di conservazione e valorizzazione del Borgo stesso -completamente disabitato dal 1985 per problemi geologici e sismici- in quanto realtà ricca di valenze culturali ed ambientali.

La stima del rischio sismico del territorio comunale di Laino Castello è stata valutata in termini di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione.

La pericolosità è stata stimata col metodo di Cornell facendo di fatto riferimento alla zonazione sismogenetica ZS.4 ed al catalogo NT4.1.

La vulnerabilità, intesa come propensione al danneggiamento del patrimonio edilizio per effetto di un possibile evento sismico di una data severità, è stata valutata mettendo a confronto i risultati ottenuti utilizzando sia il metodo delle *matrici di probabilità* che quello *dell'indice di vulnerabilità*. I dati sono stati acquisiti censendo l'intero centro storico con le Schede del GNDT (Gruppo Nazionale per la

² Lo studio per la riduzione del rischio sismico, implicitamente afferma che tale rischio non potrà essere annullato, e che si accetta pertanto l'esistenza di un *rischio residuo* che dovrà essere confrontato con quello che la collettività ritiene di poter accettare.

Difesa dai Terremoti), inoltre per alcuni edifici a carattere residenziale e per la Chiesa di San Teodoro sono stati eseguiti anche rilievi dello stato di fatto.

L'esposizione è stata determinata facendo ricorso ai dati dell'ultimo censimento ISTAT sugli edifici (2001) nonché a notizie acquisite tramite l'ufficio tecnico comunale preposto., al fine di poter stimare l'ordine di grandezza dei possibili crolli (volume perso) di abitazioni in un prefissato periodo di tempo.

I risultati ottenuti sono da considerarsi preliminari e forniscono solo una stima degli ordini di grandezza, riferiti appunto, alla valutazione del danno atteso per il centro storico di Laino Castello (CS).

Capitolo I - Rischio Sismico

Si definisce *rischio sismico* (R) la stima delle perdite complessive -vite umane, beni economici, valori culturali, volume edilizio- che a causa delle azioni di un evento sismico potranno interessare, in un dato periodo di tempo, una determinata area. La valutazione in un'area dell'esistenza di condizioni di *rischio sismico* è legata alla stima di tre parametri fondamentali: la *pericolosità*, la *vulnerabilità* e l'*esposizione*.

La *pericolosità sismica* (seismic hazard: H) è dipendente dalle caratteristiche dell'evento fisico e dalle caratteristiche geologiche dell'area nella quale l'evento si manifesta: tanto maggiore sono la frequenza, e l'intensità degli eventi che caratterizzano un'area geografica, tanto maggiore è la sua pericolosità.

La *vulnerabilità* (V) è la propensione al danno dei beni presenti sul territorio. Tali danni possono indurre sia alla momentanea riduzione di efficienza che alla totale irrecuperabilità dei beni stessi. Infine, l'*esposizione* (E) è riferita alla natura, alla quantità e valore dei beni nonché alle attività presenti sul territorio che possono essere influenzate direttamente o indirettamente dall'evento sismico (insediamenti, edifici, attività economiche-produttive, infrastrutture, densità di popolazione).

Il processo di valutazione del *rischio sismico* può, quindi, essere espresso da una funzione non lineare, combinazione delle variabili appena definite³ secondo la seguente espressione:

$$R = f(H, V, E) \quad (1)$$

³ Ogni elemento può essere rappresentato attraverso delle mappe tematiche (carte di pericolosità, di vulnerabilità e di esposizione) la cui correlazione porta alla valutazione del rischio sismico (carta del rischio sismico).

Ne segue che la valutazione per la mitigazione del rischio sismico o meglio del *danno atteso*, si traduce in una fase di diagnosi preventiva per scopi pianificatori che si realizzano attraverso l'acquisizione di una serie di indicatori riferiti alle variabili sopra citate. L'attendibilità delle valutazioni dipenderà ovviamente, da un lato, dalla corretta individuazione degli indicatori più significativi, e dall'altro dalla procedura che traduce l'informazione contenuta in tali indicatori in una misura della danneggiabilità. Ovviamente le procedure utilizzabili per condurre tali operazioni possono avere vari livelli di dettaglio, in funzione della qualità e quantità delle informazioni che si acquisiscono. In un'ottica di mitigazione del rischio sismico queste analisi vanno condotte su interi ambiti territoriali o urbani e quindi su una pluralità di edifici e di infrastrutture.

1.1 Valutazione della pericolosità sismica

Una strategia efficace per la mitigazione del *rischio sismico* dipende da una adeguata valutazione della *pericolosità sismica*, ovvero dalla determinazione delle caratteristiche del moto del suolo associabile ai terremoti futuri, in termini di spostamento, velocità o accelerazione.

La pericolosità sismica⁴ è legata a un fenomeno naturale tipicamente aleatorio quale è il verificarsi di un terremoto, alla frequenza con la quale tale fenomeno ricompare, nonché alle caratteristiche geologiche dell'area nella quale l'evento si

⁴ F. Galadini, C. Meletti, A. Rebez , *Le ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996-1999)*, CNR-G NDT- Roma, 2000

manifesta⁵. In tale ottica la conoscenza della pericolosità sismica di un sito diventa uno strumento di previsione del grado di severità dei terremoti attesi.

Come è noto la severità del sisma viene misurata per mezzo di scale strumentali (misure oggettive della forza del sisma) o di scale macrosismiche (misure soggettive degli effetti prodotti dal sisma)

Le scale strumentali sono basate su parametri relativi al moto del suolo quali: il picco di accelerazione massima (PGA: Peak Ground Acceleration), la magnitudo locale o magnitudo Richter⁶ (M), la velocità spettrale, ecc. Hanno il vantaggio di essere grandezze meccaniche di più immediato utilizzo ai fini ingegneristici, ma essendo le registrazioni strumentali di disponibilità recente, non hanno riscontro con i terremoti passati.

Le scale macrosismiche⁷ sono meno accurate ma hanno numerosi vantaggi: offrono una stima dell'intensità media in una zona colpita direttamente dal danneggiamento osservato, e possono essere associate ai terremoti del passato, in particolare attraverso la sismicità storica che utilizza il cospicuo bagaglio di notizie rintracciabili.

Tra i vari metodi disponibili in letteratura⁸ per la stima dell'hazard quelli più frequentemente utilizzati sono il *metodo probabilistico* e quello *deterministico*. Da questi ultimi sono poi derivati quello *misto* e quello così detto "*di sito*".

⁵ Oltre alla pericolosità vera e propria, vi è anche la *suscettibilità sismica*, che rappresenta un tipo di pericolosità indotta da fattori locali del territorio considerato. Sono esempi di questi fattori l'acclività dei versanti, le paeleofrane, e le cavità sotterranee che possono amplificare o ridurre l'effetto delle vibrazioni sismiche o costituire situazioni di precario equilibrio geomorfologico.

⁶ La magnitudo Richter misura l'ampiezza massima delle onde di taglio (onde S) registrate a 100 Km di distanza da sismometri Wood-Anderson particolarmente sensibili alle onde di taglio con periodo di circa un secondo.

⁷ Tra le scale macrosismiche ricordiamo le scale: *MCS (Mercalli, Cancani, Seberg)*, *MSK (Medved, Sponheuer, Karnik)*, *EMS (European Macroseismic Scale)*.

⁸ L. Peruzza (a cura di), *Progetto MISHA. Metodi innovativi per la stima dell'hazard: applicazione all'Italia Centrale*, CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma, 1999; D. Albarello V. D'Amico *Sviluppo di metodologie innovative per il calcolo della pericolosità sismica del territorio nazionale*, SSN, Università degli Studi di Siena Dipartimento di Scienze della Terra Roma, 2001.

Vi è da dire che qualsiasi sia l'approccio metodologico scelto per la valutazione della pericolosità è sempre opportuno preventivamente fare un'analisi della sismicità storica del sito⁹ oggetto di indagine al fine di avere un quadro completo del fenomeno .

1.1.1 Il metodo probabilistico

Il *metodo probabilistico* per la valutazione della pericolosità sismica è fondato sulle informazioni fornite dalla storia sismica di un sito, e determina il tasso di probabilità che il moto del suolo superi un certo limite entro un intervallo di tempo prefissato. In tal senso dunque la pericolosità sismica (H) rappresenta la misura probabilistica (P) del grado di severità dei terremoti (espressa per esempio tramite il parametro intensità I) che possono presentarsi in un determinato sito durante un prefissato intervallo di tempo (τ):

$$H = P\tau[I] \quad (2)$$

Numerosi sono i procedimenti per applicare questo metodo, tutti tendenti ad ovviare in vari modi alla scarsità di dati dovuta al fatto che per ogni singolo sito i terremoti fortunatamente sono abbastanza rari.

Uno dei procedimenti più diffusi -successivamente tradotto in codici di calcolo da diversi autori è il così detto metodo di Cornell¹⁰, dal nome di colui che l'ha per primo proposto negli Stati Uniti nel 1968. Tale metodo, chiamato anche *metodo standard*, è basato sulle seguenti ipotesi:

⁹ L'analisi della sismicità storica è uno degli strumenti necessari per individuare le aree in cui si sono avuti risentimenti sismici e per analizzare i caratteri di ricorrenza ed intensità con i quali tali fenomeni hanno colpito il territorio. A tal fine si estraggono dagli annuali sismologici disponibili in letteratura, gli eventi che hanno prodotto risentimenti significativi nella zona interessata e si elaborano opportunamente.

¹⁰ Cornell C. A., *Engineering Seismic Risk Analysis*, 1968.

- i tempi di intercorrenza dei terremoti seguono la distribuzione statistica di un processo di Poisson, cioè gli eventi sono indipendenti tra loro e stazionari nel tempo;
- in riferimento ad ogni zona sismogenetica (ZS), la distribuzione statistica della magnitudo M (o intensità I) è di tipo esponenziale, vale cioè la legge di ricorrenza di Gutenberg-Richter (1954) fra il numero medio annuo di eventi sismici N e la loro magnitudo M :

$$\log(N) = a - b M \quad (3)$$

- la sismicità all'interno di ogni zona sismogenetica è assunta uniforme, cioè i terremoti hanno la stessa probabilità di comparsa e seguono la stessa legge di ricorrenza.

Il metodo prevede dunque l'utilizzazione di un *catalogo sismico*, di una *zonazione sismogenetica*, di *leggi di ricorrenza* e *leggi di attenuazione*, le cui caratteristiche verranno descritte nel seguito.

Vi è da dire che un certo grado di incertezza, sia intrinseca -irriducibile- che epistemica -riducibile-, è associato ad ognuno degli strumenti adottati e ad ognuna delle fasi del metodo utilizzate per la stima della pericolosità.

La prima è un'incertezza di tipo aleatorio (cioè random) e riguarda sia la magnitudo che la localizzazione dei terremoti futuri.

La seconda è di tipo epistemico, cioè dovuta ad una conoscenza imperfetta dei vari elementi che consentono di calcolare la pericolosità sismica al sito.

Tali elementi sono riferiti per esempio alla incompletezza delle informazioni sulla sismicità storica, alle varie interpretazioni che sono state fatte delle informazioni disponibili, ai limiti della conoscenza scientifica, nonché alla incapacità del modello o della metodologia adottata di rappresentare pienamente la realtà. Infatti, nonostante il livello sempre crescente di conoscenza riguardo alla

posizione geografica delle faglie attive e di altri parametri, quali ad esempio il corrispondente tasso di sismicità, la magnitudo massima di un possibile evento futuro prodotto da una faglia specifica e l'intensità del moto sismico generato in un sito specifico da un terremoto ad una distanza prefissata e di data magnitudo, i modelli matematici adottati ci forniscono solo stime dei “veri” valori di tali parametri.

1.1.1.a Zonazione sismogenetica

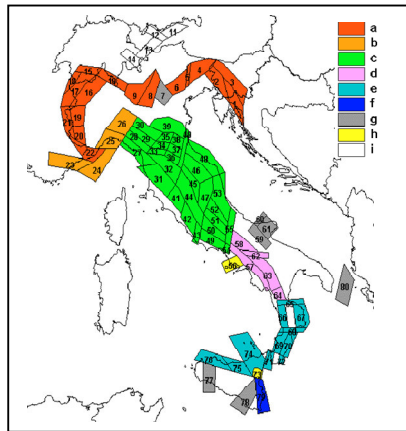


Figura 1 Mappa ZS.4

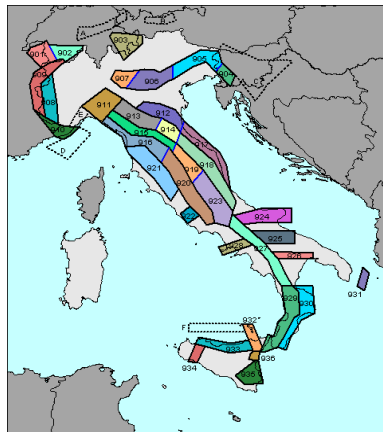


Figura 2 Mappa ZS.9

Per zone sismogenetiche (o zone sorgente) si intendono quelle zone epicentrali generatrici di terremoti appartenenti ad una classe di eventi rappresentabili con una medesima descrizione statistica. Nelle valutazioni di *hazard* che utilizzano l'approccio Cornell, ogni zona sismogenetica (ZS), rappresentata da un poligono, viene assunta come omogenea; all'interno di essa si considera che i terremoti di magnitudo medio-alta (o intensità) siano uniformemente distribuiti, cioè possano verificarsi in ogni punto con la medesima probabilità di comparsa su tutta la zona e seguano la stessa legge di ricorrenza. L'assunzione che terremoti possano verificarsi con la stessa probabilità in un punto qualsiasi

di una certa zona rappresenta ovviamente una semplificazione. La zonazione¹¹ ZS4 del territorio illustrata in Figura1, identifica 80 zone indipendenti ciascuna dall'altra, e il colore di ogni zona e' indicativo del contesto cinematico e dei meccanismi di rottura attesi (in appendice ne viene riportata la legenda). In Figura 2 invece è riportata la zonazione sismogenetica ZS.9, pubblicata nel 2003 e collegata strettamente al catalogo CPTI.04.

1.1.1.b Catalogo sismico ed analisi di completezza

La fonte principale di dati statisticamente elaborabili sulla sismicità è costituita dai cataloghi (comunemente detti: *basi di dati*) dei terremoti passati. Anche se i primi sismografi iniziano ad operare sin dalla fine del XIX° secolo, rendendo così possibile la registrazione strumentale dei terremoti più violenti, la sismologia quantitativa in senso moderno si afferma con l'introduzione della scala delle magnitudo da parte di C. F. Richter, nei primi anni '30. Pertanto, i primi cataloghi dei terremoti italiani sono prevalentemente di tipo storico, cioè basati sulle osservazioni macrosismiche, all'incirca fino alla seconda guerra mondiale (e in alcuni paesi anche oltre), e divengono prevalentemente o esclusivamente strumentali solo nella seconda metà del secolo. Deve inoltre essere sottolineato che, con il progressivo miglioramento dei sistemi di osservazione sismologica (accentuatosi in particolare dopo l'avvento della strumentazione digitale), la qualità e la completezza (p. es. in relazione alla soglia inferiore di magnitudo) dei cataloghi sono soggette a variare significativamente con il tempo.

¹¹ P. Scandone, M. Stucchi *Mappa della zonazione sismogenetica ZS4*, 1996

Tipicamente, un catalogo condensa in un'unica riga (*record*) le informazioni essenziali riguardanti data, localizzazione e grandezza di un terremoto. In realtà, “dietro” al singolo record di catalogo vi è un archivio di dati (o di notizie storiche) molto più ricco e completo, a cui è indispensabile accedere per una comprensione più approfondita dell'evento. Per l'Italia si dispone di cataloghi che si estendono su un arco temporale di molti secoli.

In letteratura sono disponibili diversi cataloghi sismici tra i quali ricordiamo:

- 1) il *Catalogo dei terremoti italiani dal 1000 al 1980* - PFG¹²
- 2) il *Catalogo della sismicità italiana 1981-2002* - CSI.1.0¹³
- 3) *Catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno* - NT4.1¹⁴
- 4) il *Catalogo dei forti terremoti dal 461 a.C. al 1997* - CFT¹⁵
- 5) il *Catalogo parametrico dei terremoti italiani* - CPTI¹⁶.
- 6) *Un database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno* - DOM4.1¹⁷

Per quanto riguarda lo studio della pericolosità sismica vengono usati abitualmente i cataloghi come il CFT ed il NT4.1.

I due cataloghi testé citati, pur differendo per obiettivi, strategie di compilazione e tipo dei dati usati, hanno in comune l'aspetto di riguardare o i soli terremoti violenti (CFT) o quelli comunque superiori ad una prefissata soglia minima di danno (NT).

¹² Postpischl D. *Catalogo dei terremoti italiani dal 1000 al 1980*, Progetto Finalizzato Geodinamica (PFG) del CNR, Bologna, 1985.

¹³ a cura di: B. Castello, G. Selvaggi, C. Chiarabba, A. Amato CNT-INGV

¹⁴ a cura di: Camassi R., Stucchi M., *NT4.1.1 Un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno*, Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti.), <http://emidius.mi.ingv.it/NT>

¹⁵ Boschi E., et al. ., *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461a.C al 1990*, SGA, ING, Bologna, 1997.

¹⁶ Gruppo di lavoro CPTI (2004). *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*, versione 2004 (CPTI04). INGV, Bologna. <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI/>

¹⁷ a cura di R. Camassi, M. Stucchi *DOM4.1*, 1998

Il *Catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno* copre, con i rispettivi aggiornamenti, la finestra temporale dal 1000 al 1992, ed è stato concepito e compilato essenzialmente per operazioni di valutazioni della pericolosità sismica del territorio nazionale ed è collegato strettamente alla zonazione sismogenetica ZS.4. Infatti i diversi eventi sismici sono associati ad ognuna delle 80 zone sismogenetiche tanto che lo stesso catalogo può essere inteso come la somma di 80 sottocataloghi indipendenti.

Tale catalogo -al quale si farà riferimento nel secondo capitolo- non contiene eventi definiti come "*repliche*"¹⁸ ma riporta solo eventi sismici con intensità epicentrale (I_0), espressi in scala macrosismica MCS, pari a $I_0 \geq 5$, e relativa soglia di magnitudo delle onde di superficie $M_s \geq 4$.

Ai fini del calcolo dell'hazard si rende in alcuni casi necessaria la conversione - suggerita dagli stessi autori del catalogo- dal valore di intensità epicentrale I_0 a quello della magnitudo superficiale M_s tramite la seguente espressione:

$$I_0 = 1,78 M_s - 1,93 \quad (4)$$

Infine è importante sottolineare che l'utilizzo dei cataloghi ai fini della valutazione della pericolosità sismica è subordinato all'effettuazione della così detta *analisi di completezza* dei dati del catalogo stesso.

1.1.1.b.1 Analisi di completezza dei cataloghi

Quanto più indietro si risale nel tempo, tanto più scarse ed incerte divengono le notizie sugli eventi sismici, e solo degli eventi più disastrosi rimane generalmente qualche testimonianza. Tale incompletezza dei cataloghi sismici deve essere

¹⁸ Nel catalogo NT si considerano *repliche* le scosse avvenute entro 90 giorni a 30 km di distanza da una scossa di energia maggiore individuata come evento principale all'interno della sequenza.

tenuta debitamente in conto nelle elaborazioni statistiche che presiedono ai calcoli di pericolosità sismica.

Un metodo per stimare i periodi di completezza di un catalogo opera per via grafica, nella maniera seguente:

1. si presceglie il catalogo di terremoti per la regione/sito di interesse (per esempio il catalogo NT perché già depurato delle repliche e regionalizzato per zone sismogenetiche). Per un solo sito, si userà il catalogo di eventi della ZS in cui esso è ubicato più quelli delle zone limitrofe entro un raggio indicativo di 100-150 km dal sito stesso. Se invece la ZS dove è localizzato il sito è di elevata sismicità, e quindi ricca di eventi, ci si potrà limitare ad essa sola. Il requisito essenziale è infatti che il campione da analizzare sia sufficientemente numeroso (almeno varie decine di eventi);
2. se invece si analizza una regione estesa, anziché un unico sito, si dovranno come minimo considerare tutte le ZS che vi ricadono;
3. per ogni classe di magnitudo, adottato un intervallo temporale opportuno (ad es. tra 20 e 50 anni), si costruisce un grafico avente in ascisse il tempo in anni dall'inizio del catalogo, e in ordinate il numero accumulato di eventi (in ogni intervallo si somma al numero di eventi presenti nell'intervallo stesso quello dell'intervallo precedente);
4. si stimano essere "completi" i periodi più recenti dei grafici, in cui l'andamento sia ben approssimato da una retta, o meglio dalla sua pendenza media che risulterà costante durante almeno qualche decina d'anni. Pendenza media costante nel grafico entro un intervallo significa infatti tasso medio di occorrenza costante per i terremoti nella classe di magnitudo considerata, ovvero dati disponibili sostanzialmente completi.

Tra i vari studi disponibili in letteratura riguardanti la determinazione degli intervalli di completezza del catalogo NT4.1, si fa di seguito riferimento ad un lavoro effettuato da R. Romeo, A. Pugliese¹⁹.

Gli autori, regionalizzando il catalogo NT4.1 in tre aree, nord, centro e sud (confinare rispettivamente al 44° e al 40° parallelo) ed accorpando al valore della classe intera anche gli eventi con intensità inferiori di mezzo grado (grafico di Tabella.1) hanno scelto, dopo aver iterato diverse analisi di completezza,

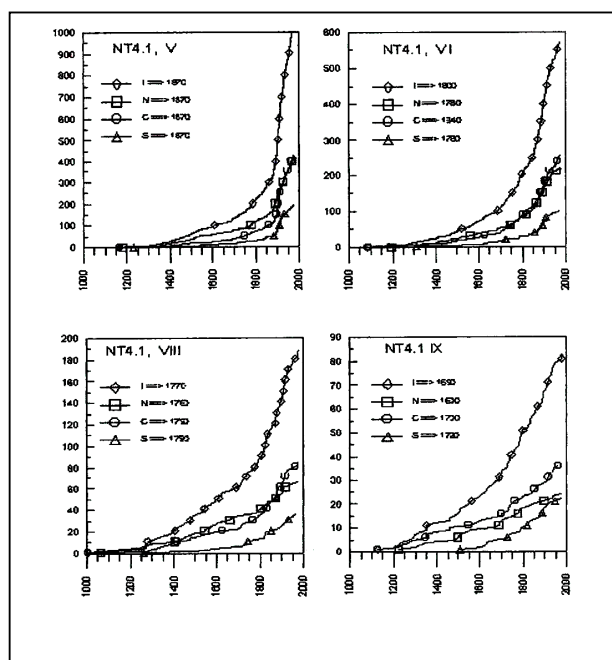


Tabella 1 Grafico dell'analisi di completezza. In ordinata il numero cumulativo di eventi per ciascuna finestra di intensità. I: intera Italia; N: a nord del 44° parallelo; C: centro; S: a sud del 40° parallelo. (tratta da R. Romeo, A. Pugliese op. cit.).

quell'intervallo con la minore dispersione intorno alla retta di regressione.

Tale intervallo, definito appunto periodo di completezza del catalogo e di seguito riportato (Tabella.2), è valido per tutte le ZS (cioè per l'intera Italia), con la sola eccezione della zona sismogenetica

ZS 64, per la quale la completezza per l'intensità

$I_0 = 9.5-11.0$ è stata arretrata all'anno 1000 e questo per tenere conto dell'evento del Pollino (evento avvenuto nel 1200 con $I_0 = 10$).

Intensità I_0	9.5-11.0	8.5-9.0	7.5-8.0	6.5-7.0	5.5-6.0
Anno	1100	1610	1760	1780	1860

Tabella 2 Analisi di completezza del catalogo NT4.1 per tutte le ZS.

¹⁹ R. Romeo, A. Pugliese *La pericolosità sismica in Italia Parte 1: Analisi della scuotibilità*. SSN/RT/97/1, Gennaio, 1997

1.1.1.c Processo di Poisson

Il succedersi degli eventi sismici in una prefissata regione è modellato in base all'ipotesi di un processo stocastico Poissoniano.

E' noto dalla teoria del calcolo delle probabilità che il processo di Poisson rappresenta una sequenza di accadimenti con le seguenti caratteristiche:

- il numero di eventi in un intervallo di tempo è indipendente dal numero di eventi in qualunque altro intervallo di tempo non sovrapposto;
- la probabilità del verificarsi di un evento in un intervallo piccolo $[t, t+\Delta.t]$ è pari a $\nu\Delta.t$, qualunque sia t ; il parametro ν viene pertanto ad avere il significato di *tasso di occorrenza* del processo di Poisson;
- la probabilità del verificarsi di più di un evento nell'intervallo $[t, t+\Delta.t]$ è trascurabile rispetto a t .

Il processo di Poisson è definito dalla probabilità che il numero di eventi occorsi nell'intervallo temporale $[0, t]$, indicato dalla variabile aleatoria X_t , assuma un prefissato valore x . Come noto tale probabilità vale:

$$P(X_t = x) = \frac{(\nu t)^x}{x!} e^{-\nu t}$$

che esprime la probabilità di occorrenza di x eventi sismici nel periodo t .

Tra le implicazioni più significative dell'ipotesi di accadimenti Poissoniani si citano le seguenti:

- la distribuzione probabilistica dei tempi di intercorrenza nel processo è di tipo esponenziale;
- il processo di Poisson è privo di memoria e di conseguenza la distribuzione dei tempi di intercorrenza tra i vari terremoti è indipendente da quella della magnitudo.

In sintesi, secondo il modello poissoniano gli eventi sismici sono indipendenti tra loro, non contemporanei e stazionari nel tempo. Ne segue che in un periodo di riferimento t la probabilità P che avvenga un terremoto, con magnitudo M (o intensità I) superiore o uguale ad un valore di magnitudo prefissato, è data dalla seguente espressione:

$$P(1, t) = 1 - e^{-\nu t} \quad (5)$$

avendo indicato con ν al solito la frequenza annua degli eventi. Inoltre tenuto conto che il periodo di ritorno (T) di un evento sismico è dato da $T = 1/\nu$ la (5) diventa:

$$P(1, t) = 1 - e^{-t/T} \quad (6)$$

L'espressione (6) indica la probabilità di avere almeno un evento sismico di periodo di ritorno T nel tempo t .

In base alla (6) è possibile calcolare altre statistiche di interesse, come i valori aventi una probabilità di eccedenza assegnata in un certo intervallo di tempo.

Per esempio calcolare per la zona d'interesse, il valore di magnitudo o intensità che ha la probabilità di eccedenza del 10% (o di non eccedenza del 90%) in tempi di osservazione t pari a 10, 50, 100 anni.

Tali tempi di osservazione, corrispondono rispettivamente in base alla (6) a

periodi di ritorno $T = -\frac{t}{\ln(1-0,1)}$ di circa 95, 475, e 950 anni.

1.1.1.d Legge di ricorrenza

Per ogni zona sismogenetica la distribuzione statistica della magnitudo M o dell'intensità²⁰ I , come già detto, è del tipo:

$$\log(N) = a - b M$$

²⁰Non esiste una *legge unica* che permette di passare dai valori di Intensità ai valori di Magnitudo o di PGA. È solo possibile individuare una *tendenza con* relazioni indicative empiriche.

Ne segue che considerando i periodi di completezza descritti in precedenza i coefficienti a e b per ciascuna delle ZS si ricavano mediante regressione lineare dai dati del catalogo sismico.

1.1.1.e Leggi di attenuazione in termini di accelerazione di picco

Le leggi di attenuazione²¹ sono delle relazioni empiriche che, nell'ipotesi di terreno ideale duro e pianeggiante (in accordo con EC8), permettono di ricavare in un determinato sito il valore di un dato parametro rappresentativo del moto sismico, noto l'analogo valore del parametro in corrispondenza dell'epicentro o dell'ipocentro.

Per grandezze caratteristiche del moto al suolo si intendono quei parametri ricavabili immediatamente dalla semplice conoscenza delle registrazioni degli eventi sismici e che possono essere utilizzati al fine di valutare il potenziale di danno di un terremoto, senza dover affrontare lo studio della risposta strutturale.

Fra i parametri più usati figurano:

- la massima accelerazione al suolo (Peak Ground Acceleration, PGA),
- la massima velocità (Peak Ground Velocity, PGV)
- il massimo spostamento (Peak Ground Displacement, PGD)
- l'intensità epicentrale (I_0).

In letteratura sono disponibili molte leggi di attenuazione (circa 160 leggi !) sia in termini di accelerazione di picco che di intensità.

In generale le leggi di attenuazione in termini di accelerazione di picco, hanno un'espressione del tipo:

²¹ E' noto che i valori di intensità sono massimi presso l'epicentro e gradualmente decrescono allontanandosi da esso (eccetto in zone dove si hanno vistosi "effetti di sito" con amplificazioni anomale dell'ampiezza delle onde sismiche o fenomeni particolari di liquefazione etc), tale decadimento dell'intensità con la distanza si chiama *attenuazione*.

$$\log(PGA) = b_1 + b_2 M + \log(\sqrt{d^2 + h^2}) + b_3 S_1 + b_4 S_2 \pm \sigma \quad (7)$$

avendo indicato rispettivamente con :

M = la magnitudo del terremoto;

d = la misura della distanza sorgente-sito, secondo una delle scelte illustrate in Figura 3;

h = il termine di correzione per la distanza;

S_1, S_2 = indicatori delle caratteristiche del profilo del terreno in sito, valutati sulla base di classi di valori della velocità media (V_s) di propagazione delle onde trasversali entro 30 m dalla superficie. Più precisamente, si assumono per essi i seguenti valori:

$S_1 = 0, S_2 = 0$ per roccia o materiale molto rigido ($V_s > 750$ m/s)

$S_1 = 1, S_2 = 0$ per profilo di terreno rigido ($V_s = 360-750$ m/s)

$S_1 = 0, S_2 = 1$ per profilo di terreno soffice ($V_s = 180-360$ m/s)

$S_1 = 1, S_2 = 1$ per profilo di terreno molto deformabile ($V_s < 180$ m/s);

b_1, b_2, b_3, b_4 = coefficienti numerici determinati mediante regressione²²;

σ = rappresenta l'errore residuo e permette di misurare la dispersione dei dati.

Tra le diverse formulazioni proposte da vari autori si considerano in particolare quelle di Sabetta e Pugliese per terreni rigidi ($S=0$) di seguito riportate:

$$\log(PGA) = -1,562 + 0,306M - \log(\sqrt{d^2 + 5,8^2}) + 0,169S_1 + 0,169S_2 \pm 0,173 \quad (8)$$

$$\log(PGV) = -1,710 + 0,455M - \log(\sqrt{d^2 + 3,6^2}) + 0,133S_1 + 0,133S_2 \pm 0,215 \quad (9)$$

$$\log(PGA) = -1,845 + 0,363M - \log(\sqrt{d^2 + 5^2}) + 0,195S_1 + 0,195S_2 \pm 0,190 \quad (10)$$

²² Una regressione si effettua su dati ricavati da accelerogrammi, da cui viene tratto o calcolato il valore della variabile dipendente y , registrati durante terremoti di cui sono noti M e la distanza r (variabili indipendenti) rispetto a ciascuna delle stazioni accelerometriche.

Con riferimento alla figura 3 in cui si sono definite le distanze *sorgente-sito* d (in km), nelle (8) e (10) d corrisponde alla distanza M_5 dalla proiezione della sorgente in superficie, mentre nella (9) corrisponde a quella epicentrale M_2 .

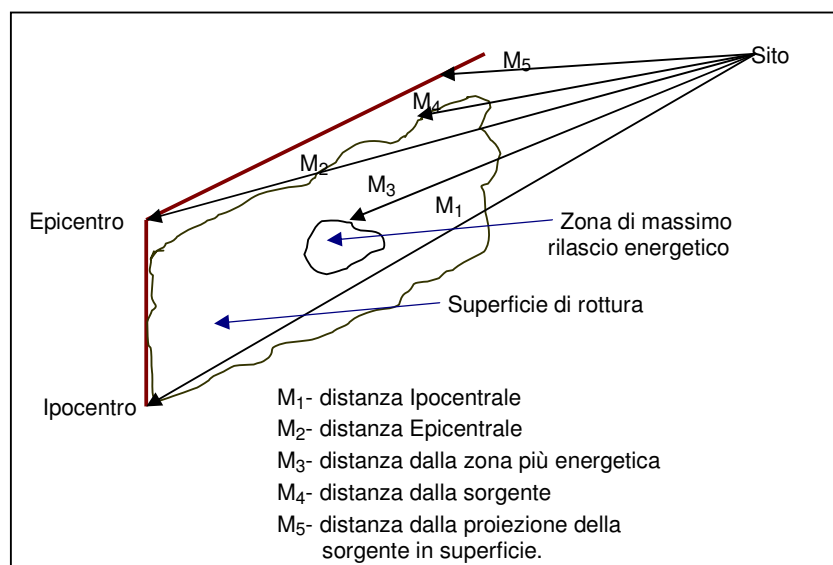


Figura 2 Definizioni della distanza sorgente-sito ($d=M_i$) usate nelle relazioni di attenuazione.

In tutte e tre le espressioni la magnitudo M è riferita alla magnitudo superficiale²³ (M_s) per valori maggiori di 5.5. Ne segue che per valori inferiori alla soglia $M_s=5.5$ si dovrà optare per la magnitudo locale²⁴ (M_L) ottenuta tramite la seguente conversione $M_s= 1,25 \cdot M_L - 1,39$ con deviazione standard pari a $\sigma=0,27$.

In conclusione a titolo di esempio nei diagrammi semilogaritmici di Figura 4 e 5 sono riportate le curve di attenuazione calcolate rispettivamente col funzionale (8) e (10) e riferite a terreni rigidi ($S=0$) per diverse magnitudo superficiali.

²³La magnitudo superficiale M_s è ottenuta misurando la massima ampiezza delle onde con periodo di 20 secondi.

²⁴La magnitudo locale M_L è ottenuta misurando l'ampiezza massima delle onde di taglio (onde S) registrate a 100 km di distanza da sismometri Wood-Anderson particolarmente sensibili alle onde di taglio con periodo di circa 1 secondo.

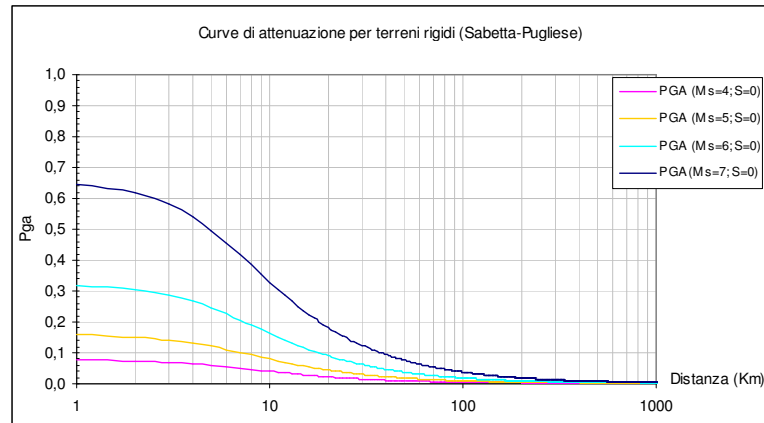


Figura 3 Curve di attenuazione per terreni rigidi (o rocciosi) calcolati con l'espressione (8).

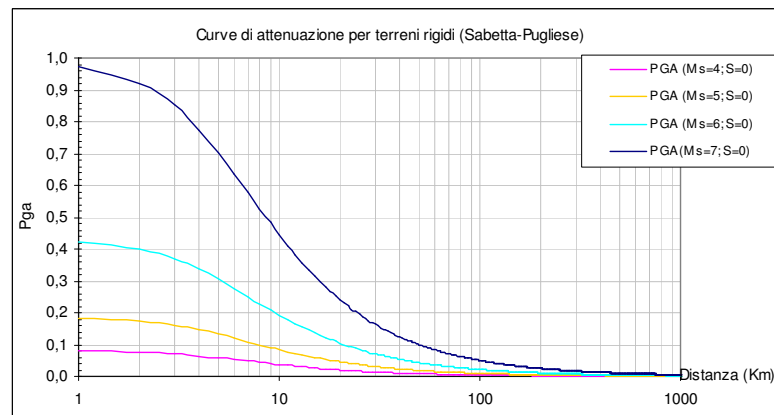


Figura 4 Curve di attenuazione per terreni rigidi (o rocciosi) calcolati con l'espressione (10).

1.1.1.f Leggi di attenuazione in termini di intensità

Volendo usare una delle leggi di attenuazione in termine di intensità è necessario individuare il così detto *terremoto rappresentativo* cioè l'evento più forte verificatosi nella sorgente sismogenetica oggetto di studio. Ma spesso capita che il terremoto massimo non dispone di una base di dati macrosismici sufficiente per

l'elaborazione statistica. Si differenzia pertanto il trattamento delle sorgenti dotate di evento rappresentativo e di quelle prive.

Tra le diverse formulazioni proposte da vari autori si considerano in particolare quella di Grandori²⁵ per sorgenti dotate di terremoto rappresentativo, quella di Berardi²⁶ per sorgenti prive di terremoto rappresentativo, nonché quella di Blake²⁷. La relazione di Blake (1941) suppone un decadimento di tipo logaritmico decimale, che per il territorio italiano è data da:

$$I_0 - I = 4,38 \log \sqrt{1 + \left(\frac{D}{h}\right)^2}$$

dove I_0 è l'intensità epicentrale, I è l'intensità al sito, D è la distanza in Km all'epicentro (M_2 di Figura 3), h è la profondità epicentrale.

Nel grafico di Figura 6 sono riportate le curve di attenuazione calcolate con la formulazione di Blake per diverse profondità epicentrali.

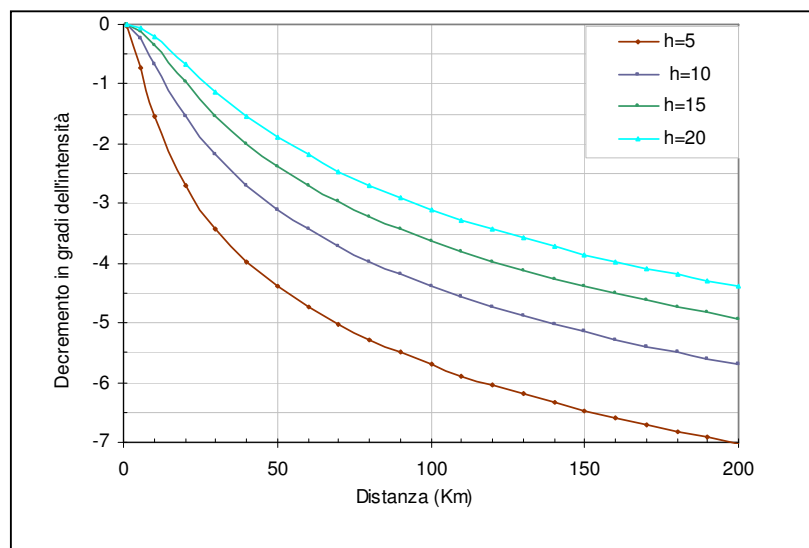


Figura 5 Legge di attenuazione di Blake per profondità epicentrale pari a: 5,10, 15, 20 km.

²⁵Grandori G., Drei A., Perotti F. e Tagliani E. *Macro seismic intensity versus epicentral distance: the case of Central Italy*, Tectonophysics, 1991, 193, pp.165-171.

²⁶Berardi R., Magri L., Mucciarelli M., Petrungaro C., Zonetti L., Mantovani E. e Albarello D. *Mappe di sismicità per l'area italiana*, Rapporto tecnico ENEL/ISMES, 1994, Roma.

²⁷Blake A. *On the estimation of focal depth from macro seismic data*, Bull. Seism. Soc. of Am., 31, 1941, pp. 225-231.

La relazione di Berardi ipotizza che l'attenuazione sia proporzionale alla radice cubica della distanza:

$$I_0 - I = (\alpha + \beta \sqrt[3]{D})$$

con $\alpha = -0,769$ e $\beta = 1,015$ parametri funzione delle zone sismiche.

Tale legge di attenuazione è valida per tutte le sorgenti prive di terremoto rappresentativo in riferimento alla zonazione sismogenetica ZS4. Le zone dove andrebbe applicata questa legge di attenuazione sono le 1-2, 10-15, 17-18, 20, 23-25, 27, 32, 34, 49, 52, 60, 61, 67, 78.

La relazione di Grandori, infine, calcola l'attenuazione con:

$$I_0 - I = \frac{1}{\log \psi} \log \left[1 + \frac{\psi - 1}{\psi_0} \left(\frac{D_i}{D_0} - 1 \right) \right]$$

dove D_0 è il raggio equivalente alla isoisma di massima intensità (raggio del cerchio di area pari a quella racchiusa dall'isoisme di intensità massima); D_i è il raggio equivalente all'isoisma i -esima; ψ e ψ_0 sono parametri funzioni delle zone sismogenetiche.

I coefficienti della relazione di Grandori sono riportati in Tabella 4, con riferimento alla numerazione della zonazione sismogenetica ZS4.

Nella Figura 7 sono riportate a confronto le curve di attenuazione di Blake con quelle di Grandori. Si può notare come il funzionale di Blake calcolato per diverse profondità epicentrali ($h=5, 7, 10, 15$ km) approssima sufficientemente bene le curve di Grandori ottenute per diverse intensità macrosismiche epicentrali ($I_0= 8, 9, 10, 11$).

Si evince inoltre che la soglia minima di danneggiamento (VI-VII grado) viene raggiunta, in corrispondenza dell'intensità epicentrale (con un valore non inferiore a VIII grado) ed a una distanza superiore a 100 km.

Zona	coeff. ψ	coeff. ψ_0	coeff. D_0
3	1.439	1.734	9.378
4	1.981	0,3888889	9.075
5	2.399	0,1479167	10.305
6	1.554	12.260	1.012
7	2.274	1.217	3.699
8	1.221	10.834	1.658
9	2.560	0,54375	6.053
16	1.223	1.159	5.456
19	2.220	0,4173611	6.376
21	1.679	0,60625	11.946
22	1.370	10.816	1.330
26	1.984	0,5652778	11.954
28	1.507	1.568	4.797
29	0,6618056	3.405	3.922
30	1.536	1.021	11.173
31	1.849	0,2611111	5.376
33	1.490	1.713	5.854
35	1.377	17.674	1.049
36	1.531	1.933	3.162
37	1.341	1.965	4.835
38	3.043	0,2645833	3.867
39	1.862	0,5444444	6.527
40	1.632	0,4638889	10.969
41	1.203	1.579	4.384
42	1.001	2.177	3.160
43	3.294	1.095	7.685
44	1.825	1.042	3.661
45	1.320	3.374	1.757
46	1.593	0,5229167	6.210
47	1.355	1.043	11.959
48	1.757	0,4548611	10.412
50	1.339	0,4395833	18.131
51	1.465	0,2847222	12.967
53	2.031	0,275	9.878
54	1.406	0,3944444	5.613
55	1.566	0,3659722	10.065
56	2.370	0,2194444	2.317
57	1.075	2.547	1.251
58	1.630	0,4555556	10.842
59	1.497	0,4680556	10.617
62	1.390	1.097	8.770
63	1.521	1.478	8.108
65	1.299	2.284	3.295
66	1.849	0,1520833	14.370
68	1.738	0,4923611	10.142
69	1.329	5.405	1.799
70	1.321	0,6083333	10.178
71	1.677	0,3548611	10.802
72	1.728	0,2180556	17.679
73	2.334	0,1888889	2.702
74	1.352	1.236	7.820
75	1.612	0,3944444	10.365
76	1.512	1.218	5.856
77	1.425	0,65	9.177
79	0,6611111	0,5763889	18.744
80	1.505	11.816	2.464

Tabella 3 Coefficienti della relazione di Grandori

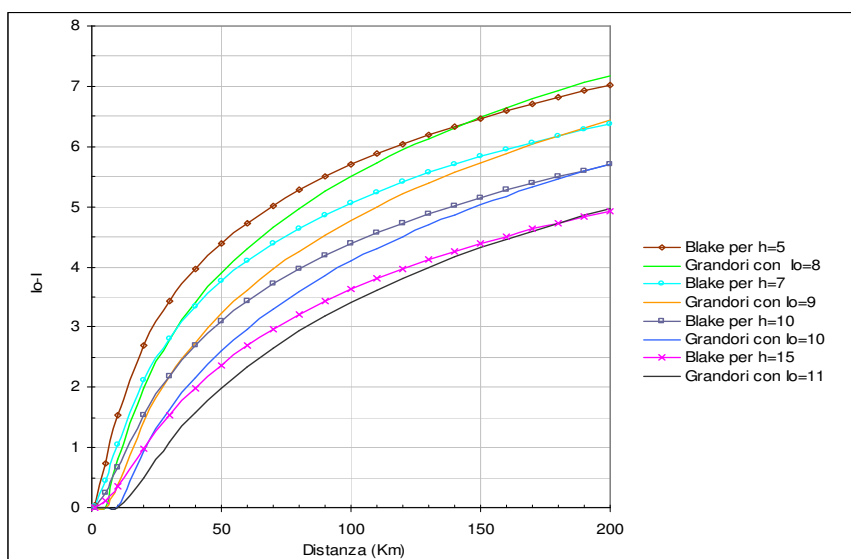


Figura 6 Confronto tra le relazioni di attenuazione dell'intensità macrosismica di Blake e Grandori

1.1.1.g Le mappe della pericolosità sismica

Le mappe della pericolosità sismica del territorio nazionale prodotte dal GNDT

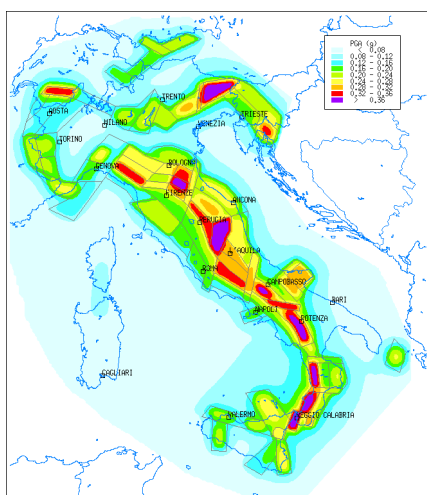


Figura 7 Mappa della pericolosità con valori in PGA

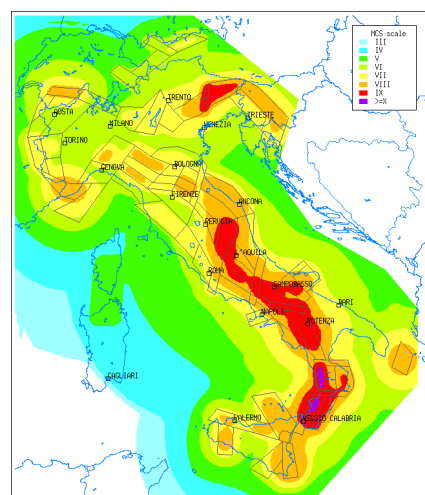


Figura 8 Mappa della pericolosità con valori d'intensità in MCS

sono ottenute applicando il metodo probabilistico ed utilizzando quali parametri di pericolosità sia il PGA, (Figura 8), che l'intensità macrosismica (Figura 9).

L'accelerazione orizzontale di picco è una grandezza di interesse ingegneristico che viene utilizzata nella progettazione in quanto definisce le caratteristiche costruttive richieste agli edifici in zona sismica. L'intensità macrosismica invece descrive il grado di danneggiamento causato dai terremoti e, con le dovute cautele derivate da diverse approssimazioni insite nel parametro intensità si avvicina al concetto di rischio sismico.

Le stime dei due indicatori di pericolosità fornite dalle carte, rappresentano il valore calcolato per un periodo di ritorno di 475 anni -corrispondente ad una probabilità del 10% in 50 anni-. Si tratta di una scelta convenzionale utilizzata in tutto il mondo, ed in particolare è il valore di riferimento per l'Eurocodice8 (EC8), nel quale vengono stabilite le norme per il progetto e la costruzione di strutture.

Per questo motivo le informazioni che si possono dedurre dalle due carte possono essere diverse; va ricordato che in entrambi i casi, i risultati forniti non contemplano le situazioni di anomalia particolare, legati a possibili amplificazioni locali dello scuotimento per caratteristiche geo-morfologiche sfavorevoli oppure a situazioni di alta vulnerabilità degli edifici.

I risultati non corrispondono pertanto né al massimo valore possibile, né al massimo valore osservato storicamente, ma è un ragionevole compromesso legato alla presunta vita media delle strutture abitative²⁸. Infine studi effettuati da vari autori²⁹ hanno evidenziato che possono verificarsi differenze sui risultati finali dovute essenzialmente alle diverse scelte effettuate in merito alla definizione degli *intervalli di completezza* del catalogo sismico, al calcolo dei tassi di sismicità o alle relazioni di attenuazione.

²⁸ a cura di Dario Slejko *Pericolosità sismica del territorio nazionale*, 1996.

²⁹ D. Albarello, V. Bosi, F. Bramerini, A. Lucantoni, G. Naso, L. Peruzza, A. Rebez, F. Sabetta, D. Slejko *Nuove carte di pericolosità sismica del territorio nazionale, SSN; GNDT; 1999.*

1.1.2 Il metodo deterministico

L'approccio deterministico³⁰ alla valutazione della pericolosità sismica si basa sulla modellazione del moto del suolo attraverso la costruzione di sismogrammi³¹ sintetici considerando solo gli eventi massimi riportati in catalogo, che sono risultati i più pericolosi³². In sostanza con questo metodo il territorio viene coperto con una griglia di passo assegnato definendo così delle così dette celle. Al centro di ogni cella viene posta un tipo di sorgente sismica, determinata considerando la massima magnitudo osservata nell'area epicentrale della cella in questione.

Le sorgenti così definite vengono utilizzate per generare una banca dati composta da migliaia di sismogrammi sintetici. I risultati ottenuti con questo metodo non sono legati, pertanto, ad un periodo di ritorno ma rappresentano i massimi valori attesi, partendo dal presupposto che la massima magnitudo del catalogo rappresenti i massimi terremoti possibili. Si possono ottenere così mappe di spostamento, di velocità o di accelerazione di progetto (DGA: Design Ground Acceleration), ottenute calcolando lo spettro di risposta sintetico cui viene raccordata la forma spettrale dell'EC8.

In Figura 10 si riporta la carta delle accelerazioni di progetto attese (DGA) realizzata secondo tale approccio nell'ambito delle attività del GNDT.

³⁰ G. Costa, G.F. Panza, P. Suhadolc e F. Vaccari (1993). *Zoning of the Italian territory in terms of expected peak ground acceleration derived from complete synthetic seismograms*. J. Appl. Geophys., 30, 149-160.

³¹ Un *sismogramma* è la registrazione strumentale del moto del suolo al passaggio delle onde generate da un terremoto.

³² Nell'approccio deterministico il terremoto viene scelto in base a criteri -parzialmente soggettivi- fondati sulla conoscenza della sismicità della zona esaminata. Per esempio si considera il terremoto più forte. Non viene preso in considerazione in alcun modo il fattore tempo: il terremoto scelto potrebbe non verificarsi mai o comunque in un intervallo di tempo incognito.

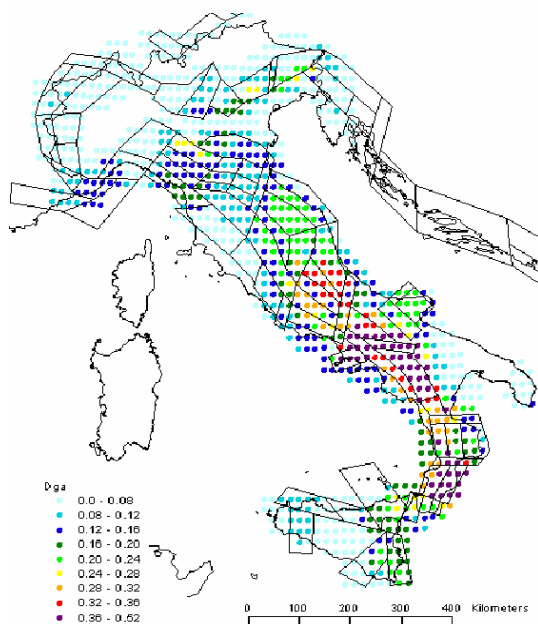


Figura 9 Carta delle accelerazioni di progetto (DGA) calcolata col metodo deterministico. Tratta da Progetto Esecutivo del GNDT '98, Confronto tra le stime della pericolosità sismica del territorio nazionale in accelerazione Contributo di C. Meletti, D. Slejko e F. Vaccari Settembre 1999

Sorgono delle giustificate perplessità se si fanno dei confronti tra la carta realizzata con l'approccio probabilistico di Figura 8 e la carta realizzata col quello deterministico di Figura 10. Va precisato che le due carte rappresentino informazioni diverse: PGA è lo scuotimento provocato dalla sismicità regionale che ha la probabilità del 90% di non venir superato in 50 anni; DGA è lo scuotimento determinato dal verificarsi del terremoto massimo.

Questo comporta che nel calcolo

della carta di PGA tutti i terremoti contribuiscono al risultato finale, mentre la carta di DGA è calcolata solo sull'evento massimo.

1.1.3 Il metodo misto

Il metodo così detto *misto*³³ non assume a priori alcuna distribuzione per la magnitudo dei terremoti né per gli intertempi di occorrenza, ma ne calcola la

³³ Grandori G., Guagenti E., Petrini V., 1984. *On the Use of Renewal Processes in Seismic Hazard Analysis*. Proc. 8th World conf. on Earthquake Engineering, 1, San Francisco, 287-294.
Petrini V., *Pericolosità sismica e prime valutazioni di rischio in Toscana*. CNR Istituto di Ricerca sul Rischio Sismico / Regione Toscana - Dipartimento Ambiente, 1995.

distribuzione a partire dai dati disponibili³⁴. Sinteticamente:

- la distribuzione degli intertempi viene stimata dalle intensità risentite al sito maggiori di un fissato valore di soglia;
- le intensità al sito vengono calcolate a partire dai dati epicentrali per mezzo di relazioni di attenuazione diversificate territorialmente;
- il calcolo della distribuzione delle intensità si basa sull'ipotesi che la sismicità sia distribuita uniformemente all'interno della ZS.

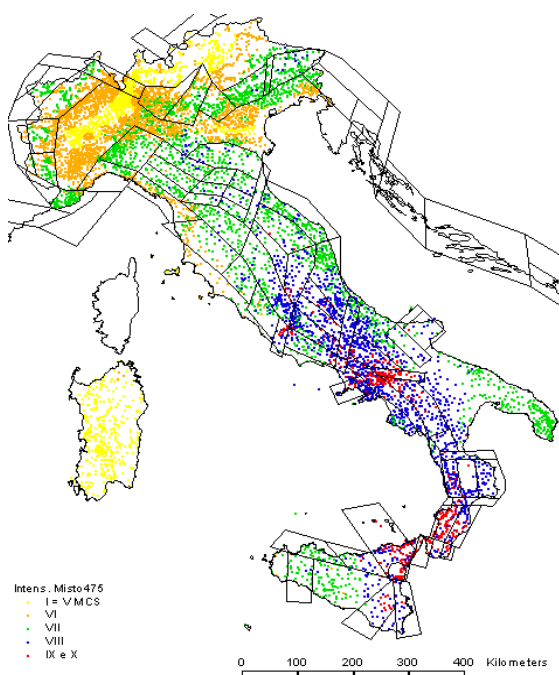


Figura 10 Carta delle intensità attese in 475 i secondo la stima condotta con il metodo misto Tratta da Progetto Esecutivo del GNDT '98 Confronto tra le stime della pericolosità sismica del territorio nazionale in intensità Contributo di C. Meletti e D. Slejko 1999

³⁴ V. Petrini, *Valutazione della vulnerabilità sismica*, in *Rischio sismico di edifici pubblici .Aspetti metodologici*, CNR, GNDT, Tipografia Moderna, Bologna, 1993.

1.1.4 Il metodo di sito

La metodologia "*approccio di sito*"³⁵ è basata solo sui risentimenti macrosismici storici documentati nelle diverse località italiane e non richiede l'utilizzo né di una zonazione sismogenetica, né di relazioni di attenuazione.

Le principali caratteristiche di questa procedura possono essere sintetizzate come segue:

- la base informativa principale utilizzata per il calcolo della pericolosità è la storia sismica di sito, ovvero l'insieme degli effetti al sito di terremoti del passato espressi in termini di intensità macrosismica (da qui il nome di "*approccio di sito*");
- la descrizione della storia sismica è effettuata stimando per ciascun terremoto l'insieme dei possibili valori di intensità capaci di descrivere gli effetti documentati; ciascun possibile valore è corredato da un giudizio di verosimiglianza dedotto sulla base della documentazione disponibile;
- in assenza di effetti documentati in corrispondenza di terremoti noti, risulta possibile associare a ciascun eventuale valore dello scuotimento una probabilità condizionata funzione della distanza dal sito di massimo risentimento e dell'intensità di quest'ultimo;
- la sequenza dei terremoti nel tempo al sito di interesse è considerata come un generico processo stocastico (non necessariamente poissoniano) ed inoltre non risulta necessaria la preventiva rimozione delle scosse secondarie;

³⁵D. Albarello V. D'Amico *Sviluppo di metodologie innovative per il calcolo della pericolosità sismica del territorio nazionale*, SSN, Università degli Studi di Siena Dipartimento di Scienze della Terra Roma, 2001.

- il risultato finale della stima di pericolosità è espresso mediante un valore di scuotimento connotato in termini di intensità macrosismica.

1.1.5 Classificazione sismica del territorio italiano

La progettazione di strutture in zona sismica, a parità di criteri progettuali e metodi di verifica, assume, per una stessa costruzione, una forte differenziazione a seconda del sito dove viene edificata. Appare evidente infatti che la progettazione sia influenzata in maniera determinante dalla probabilità che ha il sito, in un determinato periodo di tempo, di essere soggetto ad eventi sismici di una certa magnitudo. Per poter eseguire una corretta progettazione strutturale è allora necessario conoscere questo livello di pericolosità sismica della zona dove si andrà ad edificare la struttura. Operativamente le informazioni che quantificano le probabilità che i terremoti di una certa magnitudo, con specifico periodo di ritorno, colpiscano le varie zone di un territorio, costituiscono la classificazione sismica di quel territorio. Per *classificazione sismica* si intende appunto la suddivisione del territorio nazionale in zone alle quali vengono attribuiti valori differenziali del *grado di sismicità*, atti a definire il livello di rischio sismico per le costruzioni che in esse sono edificate. Per questo motivo la classificazione sismica viene chiamata anche *mappa della pericolosità sismica*.

La precedente normativa sulle costruzioni in zona sismica: D.M. LLPP 16 gennaio 1996, suddivideva il territorio nazionale, dal punto di vista sismico, in “zone classificate” e in “zone non classificate”, dando l’impressione (erronea) che esistessero “zone sismiche” e “zone non sismiche”.

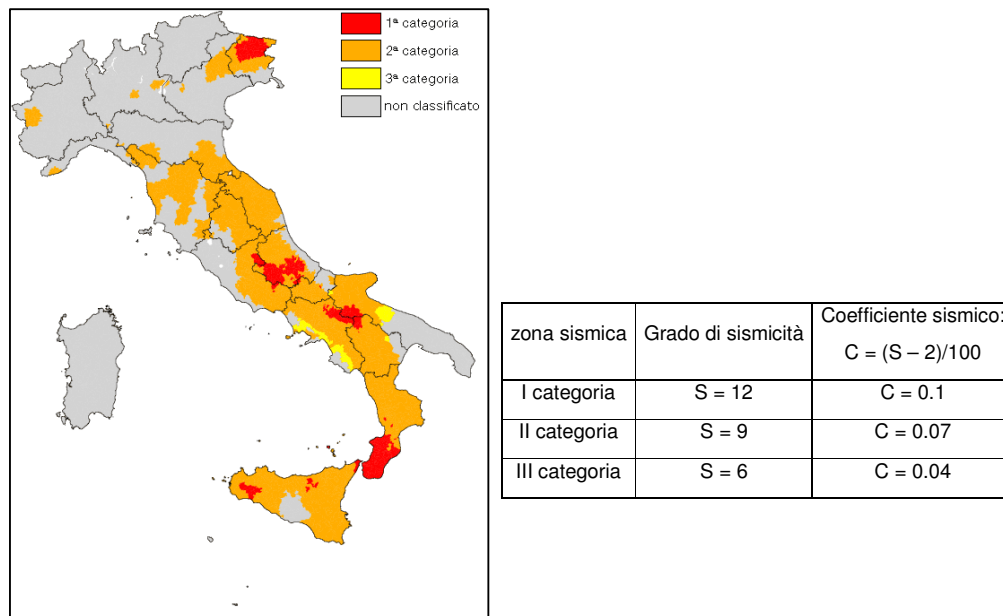


Figura 11 Mappa della Classificazione sismica
DM. LL. PP.16-01-96

Nella realtà questa classificazione (Figura 12) non coglieva l'aspetto fisico del fenomeno perché quando si verifica un terremoto la sua influenza non è limitata a una zona ben definita.

Il sisma infatti è un fenomeno di propagazione ondosa, che ha una distribuzione sul territorio molto vasta e diffusa. L'intensità sismica inoltre si riduce progressivamente a partire dalla zona epicentrale man mano che ci si allontana da essa. L'influenza dell'azione sismica viene rilevata esclusivamente dalle registrazioni strumentali effettuate dal sistema di reti sismografiche diffuse sul territorio nazionale. I sismografi sono in grado di rilevare il minimo scuotimento del terreno per sisma anche se questo non produce alcun effetto percepibile da persone, animali o cose. Questo significa, nella sostanza, che anche nelle zone considerate non sismiche si registra comunque un'accelerazione del terreno, che può essere identificata e quantificata anche se di magnitudo tale da poter non avere alcuna ripercussione significativa sugli edifici.

1.1.6 Nuova classificazione sismica

Purtroppo in Italia si sono verificati terremoti che hanno provocato danni ingenti in termini di perdite di vite umane e di crolli strutturali anche in zone non dichiarate sismiche. L'aspetto di maggiore rilievo introdotto dalla nuova normativa italiana (Ordinanza n. 3274 del 20/3/2003) è costituito senza dubbio dai nuovi criteri di classificazione sismica del territorio nazionale, necessari proprio per coprire questa grave lacuna lasciata irrisolta dalla normativa precedente.

Le norme disciplinano la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, interventi di adeguamento e miglioramento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni, nonché la valutazione della sicurezza nei confronti della stabilità (stato limite ultimo -SLU)³⁶ e protezione nei confronti del danno (stato limite di danno -SLD)³⁷. Questo perché lo scopo delle norme è di assicurare che in caso di evento sismico:

- sia protetta la vita umana,
- siano limitati i danni,
- rimangano funzionanti le strutture essenziali agli interventi di protezione civile.

³⁶ La verifica allo Stato Limite Ultimo: sotto l'effetto della azione sismica di progetto, le strutture degli edifici, ivi compresi gli eventuali dispositivi antisismici di isolamento e/o dissipazione, pur subendo danni di grave entità agli elementi strutturali e non strutturali, devono mantenere una residua resistenza e rigidità nei confronti delle azioni orizzontali e l'intera capacità portante nei confronti dei carichi verticali

³⁷ La verifica allo Stato Limite del Danno: le costruzioni nel loro complesso, includendo gli elementi strutturali e quelli non strutturali, ivi comprese le apparecchiature rilevanti alla funzione dell'edificio, non devono subire danni gravi ed interruzioni d'uso in conseguenza di eventi sismici che abbiano una probabilità di occorrenza più elevata di quella della azione sismica di progetto. Per particolari categorie di costruzioni, in relazione alla necessità di mantenerle pienamente funzionali anche dopo terremoti violenti, si possono adottare valori maggiorati delle azioni, facendo riferimento a probabilità di occorrenza simili o più vicine a quelle adottate per la sicurezza nei confronti del collasso.

Le principali novità contenute nell'ordinanza in sintesi sono:

- classificazione di tutto il territorio nazionale come sismico
- verifiche strutturali con il metodo semiprobabilistico agli stati limite
- normativa di verifica delle fondazioni agli stati limite
- normativa sull'isolamento sismico degli edifici
- normativa specifica per la verifica delle strutture esistenti.

La prima parte dell'ordinanza riguarda le modalità per l'attribuzione, alle diverse località del territorio nazionale, di un valore di scuotimento sismico atteso o “di riferimento”. Sulla base di questo viene definito il livello di protezione auspicabile da cui discendono le specifiche modalità di progettazione (relative a edifici, ponti, fondazioni e opere di sostegno) definite nella seconda parte dell'ordinanza.

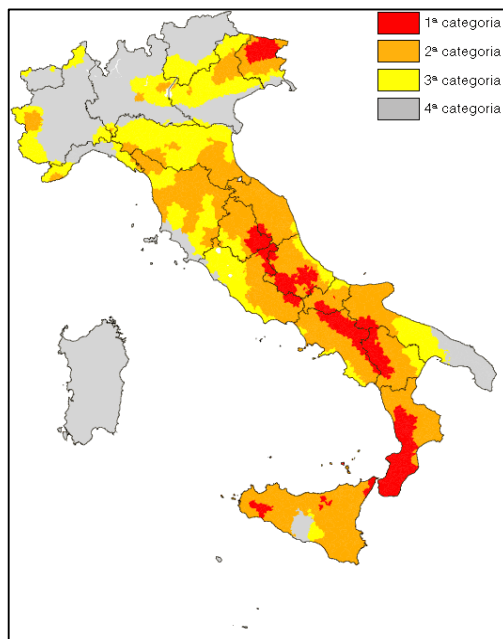


Figura 12 Mappa della nuova zonazione sismica

L'Ordinanza suddivide a tal fine l'intero territorio nazionale in quattro zone di sismicità, individuate in base a valori decrescenti di “accelerazioni massime” al suolo (Figura13). Per queste zone le norme indicano quattro valori di accelerazioni orizzontali (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico. In particolare ciascuna zona è individuata secondo valori di

accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo quanto di seguito riportato in Tabella 4.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15 – 0,25	0,25
3	0,05 – 0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

Tabella 4

L'assegnazione di un territorio ad una delle quattro zone suddette avviene mediante le valutazioni di a_g (con tolleranza 0,025g) rappresentate in termini di curve di livello con passo 0,025 g. Si evince che lo scuotimento “di riferimento” per un dato sito (località, capoluogo comunale ect.) viene parametrizzato in forma di PGA individuando uno fra quattro valori di riferimento previsti, pari

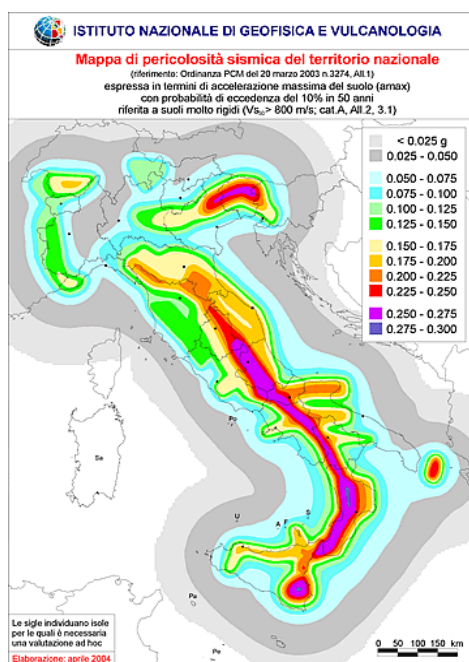


Figura 13 Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

rispettivamente al 35%, 25%, 15%, 5% dell'accelerazione di gravità. Il valore di PGA va dunque considerato come quello caratterizzato da una probabilità inferiore al 10% di essere superato almeno una volta in 50 anni (vita utile della struttura). La sollecitazione sismica va quindi interpretata come un limite superiore “ragionevole” e dunque non “assoluto” al valore di scuotimento atteso per il periodo di esposizione considerato.

L'attribuzione di ciascuna località ad una

“classe di scuotimento” (o meglio una “zona” per usare la terminologia della normativa) rappresenta un aspetto critico della normativa sismica. Questa assegnazione prende le mosse da una valutazione, condotta in sede scientifica, del livello di scuotimento che è ragionevole attendersi nelle varie parti del territorio nazionale espressa in “*carta di pericolosità*” (valori espressi come probabilità) o “*carta di scuotibilità*” (valori espressi per esempio in termini di PGA). Di fatto però, vista la loro stretta connessione, i valori di pericolosità e quelli di scuotibilità vengono spesso indicati utilizzando lo stesso termine. È importante sottolineare che tali Carte non sono, di per sé, una “classificazione” del territorio nazionale, ma solo uno degli elementi informativi che concorrono alla definizione di quest’ultima.

Nel grafico seguente si riportano gli spettri di risposta rispettivamente degli stati limiti elastici, di danno ed ultimi.

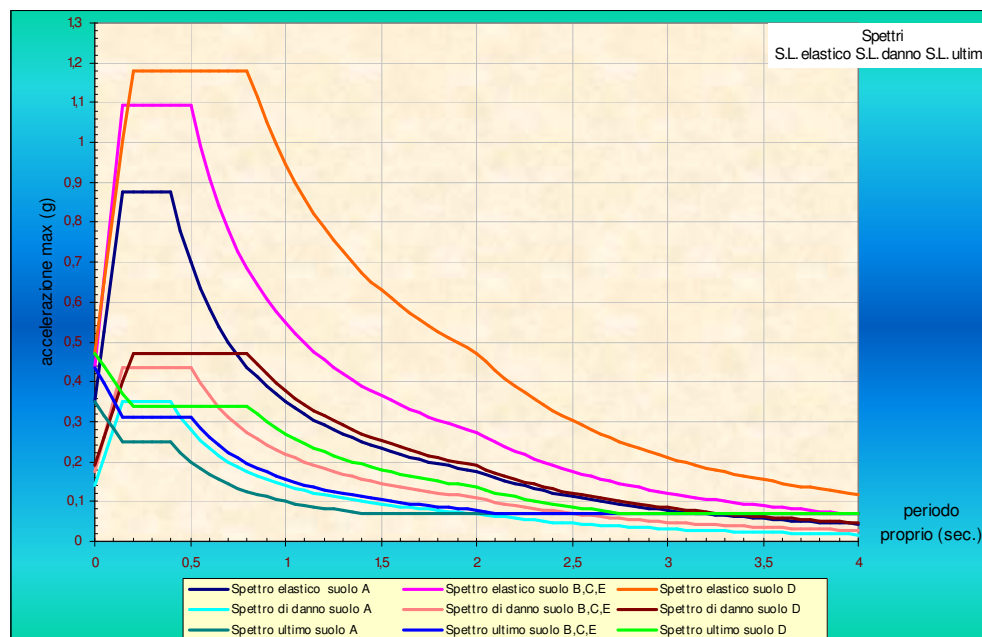


Figura 14 Spettri di risposta

1.2 Valutazione della vulnerabilità sismica

In termini generali la vulnerabilità sismica (V) indica la propensione al danneggiamento sia degli elementi fisici che funzionali propri di un sistema, per effetto di un evento sismico. In relazione alla capacità di resistenza alle azioni sismiche degli stessi elementi si può asserire che ogni sistema presenta una propria vulnerabilità. Ne segue che la vulnerabilità da una parte misura la perdita o la riduzione di efficienza del sistema al verificarsi di un evento sismico, dall'altra la capacità residua dello stesso sistema a svolgere e assicurare le funzioni che nel complesso normalmente esplica a regime.

La perdita di funzionalità di un singolo manufatto provoca una propagazione del danno tanto estesa quanto più numerosi sono gli elementi funzionalmente connessi con l'elemento danneggiato. Ne segue che l'azione volta alla prevenzione porta con sé valutazioni di costo: relative agli interventi sui singoli manufatti, ma anche a livello di funzionalità complessiva che si vuole garantire in ogni caso al sistema insediativi sottoposto a rischio. In altre parole, occorre confrontare i costi attuali di prevenzione con quelli futuri di ricostruzione

Tuttavia si tratta di soluzioni che non possono aspirare ad un *ottimo decisionale*; le decisioni operate tendono a privilegiare di volta in volta componenti diverse. Può accadere che nei diversi interventi previsti a fini preventivi si manifestino contrasti con esigenze di altro tipo, per esempio destinare risorse finanziarie per aumentare la resistenza di alcuni edifici strategici può comportare la contrazione di altri investimenti altrettanto validi sotto il profilo sociale e anche più vantaggiosi quanto a rendimento economico (si pensi per esempio allo sviluppo di edilizia a basso costo, o alla realizzazione di aree di produzione ecc.). Ecco che gli interventi finalizzati alla prevenzione devono rientrare nell'ambito delle valutazioni che

contribuiscono a definire la coerenza d'insieme di un quadro programmatico a base locale. Avviare una "politica attiva" di riduzione della vulnerabilità implica valutazioni in merito ai costi derivanti dal rischio residuo e rischio accettabile che si è disposti a sopportare. Lo studio per la *riduzione* del rischio sismico, implicitamente afferma che tale rischio non potrà essere annullato, e che si accetta pertanto l'esistenza di un *rischio residuo* che dovrà essere confrontato con quello che la collettività ritiene di poter accettare.

Il rischio residuo è quella quota di danno atteso che permane anche dopo l'attuazione di misure preventive. Il rischio accettabile la componente di rischio residuo che la collettività è disposta ad accettare in relazione ai costi non solo economici connessi all'attività di prevenzione.

La valutazione del rischio accettabile ha origine dall'individuazione di quegli elementi caratterizzanti la vita sociale che si ritengono irrinunciabili per una collettività. E' necessario ricercare il massimo consenso della collettività sulle linee strategiche di riduzione del rischio residuo. Le scelte hanno ripercussioni dirette sulla vita dei cittadini, non solo rispetto all'incolumità individuale, ma anche a causa, della necessità di differire nel tempo interventi di sviluppo a favore di una maggiore sicurezza. La valutazione dei costi connessi a possibili iniziative di prevenzione deve comportare non solo un raffronto fra i costi protezione e quelli di ricostruzione ma anche una valutazione del rapporto costi efficacia nell'utilizzo delle risorse disponibili. La questione si sposta pertanto sul livello di rischio ritenuto accettabile dalla comunità. Ne segue che nella formulazione di un piano di prevenzione e riduzione del rischio sismico è necessaria la ampia partecipazione della collettività .

La protezione della struttura urbana, da operare attraverso una politica urbanistica ordinaria, consiste nel tentativo di garantire la sopravvivenza ad un

terremoto di progetto delle funzioni vitali di una città. In questo caso si intende per struttura urbana da proteggere un sottosistema di funzione e spazi, una *struttura urbana minima*, che consenta lo svolgimento, anche se a ritmo ridotto, di quelle attività che caratterizzano il centro urbano colpito. La struttura urbana minima può essere il punto di partenza per un'apolitica preventiva e può individuare il *grado zero* del rischio accettabile.

Da quanto detto si evince che contribuiscono alla definizione del concetto stesso della vulnerabilità sismica di un *sistema* (*sistema territoriale* per esempio) le seguenti componenti: la *vulnerabilità diretta* (V_1), la *vulnerabilità indotta* (V_2), la *vulnerabilità differita* (V_3), vale a dire:

$$V = (V_1, V_2, V_3) \quad (11)$$

La vulnerabilità diretta è definita in rapporto alla propensione dell'elemento fisico, semplice o complesso, a subire collasso (ad esempio la vulnerabilità di un edificio, di un viadotto, o di un insediamento).

La vulnerabilità indotta è definita in rapporto agli effetti di crisi prodotti dal collasso di un elemento semplice -un ponte, per esempio- sul sottosistema cui esso appartiene (il sistema di trasporto, per esempio); oppure prodotto da un sottosistema su un altro ad esso contiguo funzionalmente o fisicamente (ad esempio, il danno indotto dalla interruzione di erogazione dell'energia elettrica agli ospedali, alle industrie).

La vulnerabilità differita è definita in rapporto agli effetti ritardati prodotti dal danno diretto o indotto, che si manifestano nelle fasi successive all'evento, e tali da condizionare il comportamento delle popolazioni insediate (ad esempio il disagio della popolazione conseguente alla riduzione della base occupazionale per il collasso di stabilimenti industriali; il decadimento economico di un'area turistica a

seguito della ridotta transitabilità del sistema viario che la serve; la chiusura degli edifici di interesse artistico, di alberghi,...).

Pertanto, nell'ottica di un'analisi completa della vulnerabilità si pone il problema di individuare non solo i singoli elementi che possono collassare sotto l'impatto del sisma, ma di individuare e quantificare gli effetti che il loro collasso determinano sul funzionamento del sistema territoriale.

L'aspetto che verrà approfondito in questa sede, tuttavia, è la sola *vulnerabilità diretta* e più precisamente solo l'aspetto che riguarda la *vulnerabilità strutturale*, limitando le considerazioni ai soli manufatti in muratura ed in particolare agli edifici ordinari e alle chiese.

1.2.1 Metodi di valutazione per la vulnerabilità degli edifici

Una prima classificazione distingue i metodi di valutazione in base al tipo di risultato in:

- metodi diretti;
- metodi indiretti;
- metodi convenzionali.

I metodi diretti forniscono in un solo passo il risultato come previsione del danno sismico. I metodi indiretti sono quelli che prima determinano un opportuno indice di vulnerabilità V , poi, in funzione di questo, stabiliscono una relazione tra danni e terremoti. I metodi convenzionali, infine, sono di tipo euristico, cioè forniscono soltanto un indice di vulnerabilità, cui non associano una previsione di danno come i metodi indiretti; perciò sono utili solo per confrontare strutture diverse ubicate in aree di uguale sismicità.

Una seconda classificazione si basa sul tipo di misura che viene utilizzato.

Pertanto, si hanno:

- metodi quantitativi;
- metodi qualitativi.

I metodi quantitativi sono i più comuni, e forniscono il risultato (danno) in forma numerica (probabilistica o deterministica); quelli qualitativi sono invece fondati su descrizioni della vulnerabilità con termini come “bassa”, “media”, “alta” e simili.

Una terza classificazione è fondata sulla prevalente fonte di conoscenza. Si parla allora di tecniche basate:

- sulla elaborazione statistica dei dati
- sul calcolo della risposta sismica
- sul giudizio soggettivo di esperti
- su procedimenti ibridi, che combinano più fonti.

Infine, un'ultima classificazione riguarda l'organismo cui viene assimilata la struttura. In tal caso si hanno:

- metodi tipologici
- metodi meccanici
- metodi semeiotici.

In questa classificazione, e con particolare riferimento agli edifici, i metodi tipologici differenziano il comportamento sismico (vulnerabilità) delle costruzioni attraverso la definizione di classi di edifici caratterizzate da indicatori tipologici o funzionali, -ad esempio strutture in muratura o con solai in legno, o edifici pubblici o residenziali-, oppure da indicatori quali la qualità dei materiali, le caratteristiche delle tecniche costruttive, etc. Ad ogni classe è associabile una curva di vulnerabilità o una matrice di probabilità di danno. La verifica, poi, delle ipotesi formulate in sede di costruzione delle curve di vulnerabilità o delle matrici di

danno è affidata all'elaborazione statistica dei danni causati dai terremoti nel passato agli edifici di quella classe (analisi a posteriori). In questo modo, assegnando un edificio ad una certa classe, gli si assegna automaticamente la curva di vulnerabilità o la matrice di probabilità di danno che competono alla classe. Tali metodi comportano un modesto impegno nei rilevamenti e sono quindi adatti per operare su aree estese.

I metodi di tipo meccanico sono quelli che ricorrono a modellazioni il più possibile realistiche del comportamento sismico delle costruzioni. Le previsioni del danno, pertanto, sono formulate questa volta in base a calcoli analitici della risposta sismica dell'edificio e dello stato tensionale e deformativo che le corrisponde, e la loro attendibilità è quella ordinaria delle analisi strutturali applicate alle costruzioni esistenti, recenti ed antiche. Questi metodi, adatti a valutazioni che riguardano o singoli edifici o gruppi molto simili, possono essere di ausilio alle altre tecniche, sia per trasferire sui singoli edifici i risultati per classi tipologiche, sia per suffragare meglio le attribuzioni dei livelli di vulnerabilità attraverso i parametri comportamentali.

I metodi semeiotici si basano sulla possibilità di attribuire ad ogni edificio un indice di vulnerabilità e cioè un numero. Quest'ultimo viene determinato sulla base di indicatori non più interpretati con significato tipologico, ma comportamentali, determinati cioè in base alla capacità dell'edificio a sopportare i terremoti (ad esempio l'efficienza dei collegamenti, la resistenza dei materiali). In un secondo tempo si associa ad ogni valore dell'indice di vulnerabilità una curva di vulnerabilità o una matrice di probabilità di danno. Normalmente l'indice di vulnerabilità è calcolato in funzione di indici parziali corrispondenti a ciascun indicatore ed attribuibili a seguito di esami qualitativi all'edificio oggetto di studio. Si tratta di metodi potenzialmente molto versatili, perché raccolgono il più grande

numero di informazioni sui fabbricati che si studiano; ma implicano una buona esperienza da parte degli operatori e la loro affidabilità dipende dalla razionale esplicitazione di un legame tra i livelli e i danni sismici attesi.

1.2.2 Vulnerabilità strutturale degli edifici in muratura

La vulnerabilità strutturale V_s esprime la capacità di una costruzione di rispondere alle sollecitazioni indotte da un terremoto, ed è misurata dal danno d che la stessa subisce a causa della severità (s) dell'evento sismico:

$$V_s = d(s) \quad (12)$$

Per passare da questa definizione di carattere concettuale rappresentata dalla (12) ad una formulazione in grado di stimare la vulnerabilità del costruito per ogni terremoto di una data severità, sarà necessario:

- a. individuare un parametro d di misura del danno;
- b. individuare un parametro s di misura della severità del sisma;
- c. stabilire una legge di correlazione tra il danno e la severità del sisma.

1.2.2.a. Parametro d : misura del danno

Il danno generalmente viene espresso in termini di costo economico, inteso come costo necessario per il ripristino della costruzione e, in genere, tale costo viene rapportato al costo della nuova costruzione. Questa definizione ha il vantaggio di collegare direttamente il danno alle conseguenze economiche che determina ma, nello stesso tempo, risente delle incertezze legate ai criteri e alle modalità scelte per il ripristino, nonché delle fluttuazioni spazio-temporali che sono proprie dei

fattori economici. Ne segue che tale rappresentazione del danno è legata alle caratteristiche attuali e locali del mercato edilizio e quindi è assai mutevole e difficilmente trasferibile da una realtà socioeconomica ad un'altra.

Una diversa rappresentazione del danno è data per mezzo di indici che possono essere qualitativi o meccanici.

Quelli qualitativi si riferiscono ai così detti stati di danno (nullo, lieve...collasso) presenti nelle scale macrosismiche, ciascuno dei quali è caratterizzato mediante una descrizione più o meno dettagliata dell'entità e delle lesioni che gli corrispondono. Si ha qui il vantaggio, da un lato, della lettura del danneggiamento che non privilegia a priori nessuna delle sue conseguenze, dall'altro, però, vi può essere il pericolo di interpretazioni soggettive perdendo così il vantaggio di operare con una variabile numerica continua. Ecco perché viene introdotto il così detto *indice di danno*, definito nell'intervallo (0,1), che corrisponde a considerare gli stessi stati di danno ordinati in successione peggiorativa, ed in questo modo la continuità della variabile è recuperata.

Un modo per determinare l'indice di danno -espresso in funzione delle differenti estensioni e gravità del danneggiamento nelle diverse parti della costruzione- è quello associato alla compilazione della Sezione 8 della scheda di rilevamento dal GNDT (riportata integralmente in Appendice) denominata "*Scheda di 1° livello per il rilevamento dell'esposizione e della vulnerabilità degli edifici*" valida per tutte le tipologie strutturali.

Sezione 8 – ESTENSIONE E LIVELLO DEL DANNO

Evento in data 301 | | | | | | | | 1 sisma 307 | |
 2 altro
 Danni a impianti 1 sì 388 | |
 2 no

M = livello danno max rilevato
E = estensione danno più diffuso
L = livello danno più diffuso

Estensione del danno

	0	≤ 10%
1	10 <	≤ 20%
2	20 <	≤ 30%
3	30 <	≤ 40%
4	40 <	≤ 50%
5	50 <	≤ 60%
6	60 <	≤ 70%
7	70 <	≤ 80%
8	80 <	≤ 90%
9	90 <	

Livello del danno

A	Nessun danno
B	Danno lieve
C	Danno medio
D	Danno grave
E	Danno gravissimo
F	Danno totale

Strutture verticali

	M	E	L	N°
308				
312				
316				
320				
324				

Strutture orizzontali

	M	E	L	N°
328				
332				
336				
340				
344				

Scale

	M	E	L	N°
348				
352				
356				
360				
364				

Tamponature

	M	E	L	N°
368				
372				
376				
380				
384				

Sezione 8, tratta dalla scheda del GNDT "Scheda di 1° livello per il rilevamento dell'esposizione e della vulnerabilità degli edifici"

In questa sezione si prendono in considerazione quattro componenti costruttive che sono: le strutture verticali, quelle orizzontali, le scale e le tamponature e, per ciascuna di esse, si registra ad ogni piano dell'edificio il livello del danno massimo presente, il livello del danno più esteso e l'estensione di quest'ultimo, riportando poi nelle apposite griglie -con l'uso del manuale- i rispettivi codici. Il danno di ogni singola componente costruttiva viene ottenuto tramite la seguente formula:

$$d_{ij} = e d_e + (1-e) d_m / 3$$

avendo indicato con:

d_e = livello del danno più esteso sulla componente i-esima del piano;

e = estensione percentuale del danno;

d_m = livello del danno massimo presente nel piano sulla componente i-esima.

Infine il danno globale (d) dell'edificio si ottiene come media pesata degli indici di danno delle singole componenti cioè:

$$d = \sum_{ij} S_i F_j d_{ij} \quad (14)$$

avendo indicato con:

S_i = è il rapporto tra il valore economico della componente i-esima e quello dell'intero edificio (si assumono, in genere, i valori 0.5, 0.3, 0.15, 0.05

rispettivamente per strutture verticali, orizzontamenti, scale e tamponamenti);

$F_j =$ è il rapporto tra il volume del piano j-esimo e il volume totale, nel caso di danno alle strutture verticali, alle scale e ai tamponamenti, mentre per gli orizzontamenti è il rapporto tra la superficie del piano j-esimo e la superficie totale di tutti i piani;

$i = 1,2,3,4$ componenti (strutture verticali, orizzontali, scale e tamponature);

$j = 1..n$ (numero di piani).

Infine, impostazioni alternative, come già anticipato, sono quelle che fanno riferimento ad indicatori meccanici di danno.

Operativamente si prende in esame non l'edificio esistente ma un suo modello meccanico, per il quale l'inizio del danno ed il collasso vengono associati al raggiungimento di stati limite. Vi è da dire che il punto delicato di questa metodica sta nella aderenza del modello meccanico all'edificio reale, soprattutto quando si tratta di edifici in muratura.

1.2.2.b. Parametro s: misura della severità del sisma

Per quanto riguarda il parametro s , questo viene valutato o con l'accelerazione massima espressa tramite la grandezza adimensionale $y = a/g$ (accelerazione al suolo rapportata alla gravità); o con l'intensità (I) espressa mediante i gradi di una scala macrosismica:

$$s \left\{ \begin{array}{l} y = a/g \\ I \end{array} \right.$$

L'impiego di ciascuna delle due citate grandezze presenta vantaggi e svantaggi.

L'intensità (I) consente di fruire del grande archivio di dati forniti dalla sismicità storica e all'osservazione dei danni in siti colpiti recentemente da terremoti di intensità nota; è adatta soprattutto per valutazioni effettuate su basi statistiche aventi come oggetto grandi classi di edifici considerate nel loro insieme, ma, per contro, non è direttamente utilizzabile come input nelle stime della vulnerabilità utilizzando l'analisi strutturale.

Utilizzando invece l'accelerazione $y=a/g$ si ha a disposizione una minore quantità di dati, che si limitano ai terremoti recenti per i quali vi sono registrazioni strumentali, ma si dispone di una variabile dotata di un chiaro significato meccanico; l'impiego dell'accelerazione risulta più idoneo per le valutazioni su base analitica, rivolte ad edifici esaminati singolarmente.

Ovviamente è possibile il passaggio da una grandezza all'altra, associando per ciascun grado di intensità macrosismica I un corrispondente valore –medio- di accelerazione y , tramite una delle tante leggi empiriche accelerazione-intensità macrosismica proposte dai vari Autori così come riportato nel grafico di Figura 16. Le più usate di queste leggi sono quelle proposte dagli autori Gutenberg-Richter (1956) e Guagenti e Petrini³⁸ (1987) rispettivamente:

$$\log(y)=0,333 \cdot I - 0,5 \quad (13)$$

$$\ln(y)=0,602 \cdot I - 7,073 \quad (14)$$

E' opportuno sottolineare che tali operazioni che consentono il passaggio da una misura all'altra, richiedono molta cautela perché le dispersioni che caratterizzano questo tipo di relazioni empiriche sono rilevanti.

³⁸ Guagenti, E. Petrini, V. Il caso delle vecchie costruzioni: verso una nuova legge danni-intensità. *Atti 4° Convegno Nazionale di Ingegneria Sismica*, 1989, Milano, vol. I, pp. 145-153.

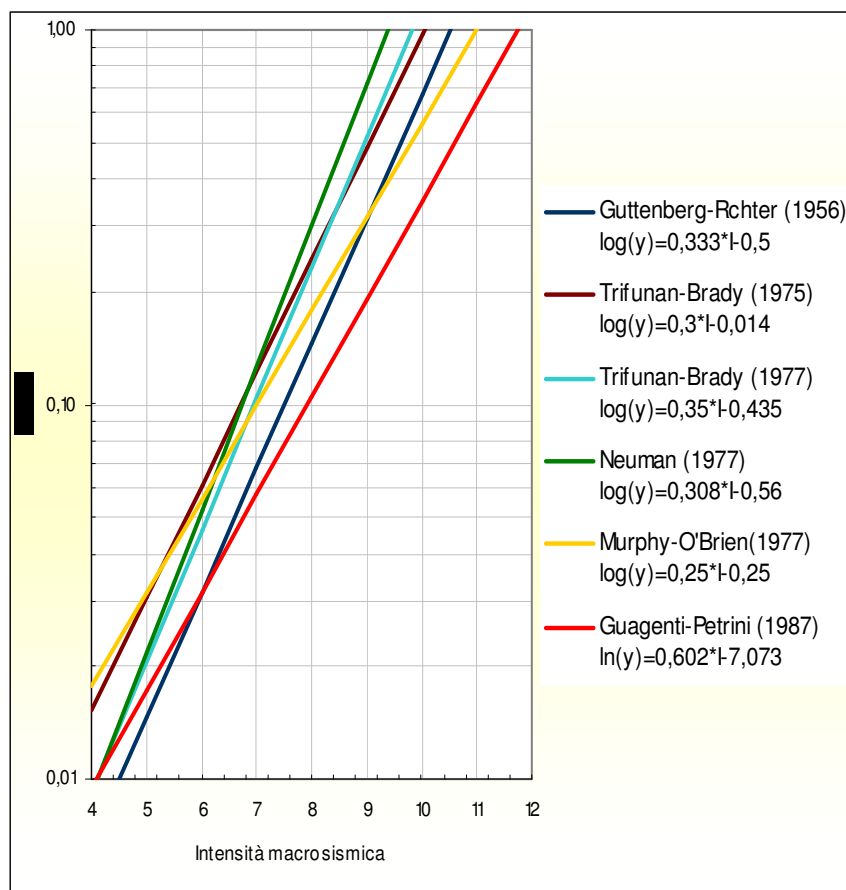


Figura 15 Grafici di alcune leggi accelerazione-intensità macrosismica

1.2.2.c. Correlazione danno-severità del sisma

Diversi sono gli approcci metodologici che possono essere adottati per individuare la legge di correlazione *d-s* che porta a stimare la vulnerabilità del costruito per ogni assegnato terremoto di una data severità.

Quando si è in presenza di informazioni di tipo storico sui danni osservati in occasione di terremoti del passato, si possono stabilire relazioni tra i danni subiti da edifici di tipologia simile e la causa sismica. In questo caso parleremo di *vulnerabilità osservata*, e le metodologie di analisi saranno quelle basate su dati

statistici. Se invece sono disponibili dati sugli input sismici (durata, frequenza, accelerazione di picco, etc.) solo in linea teorica si potranno supporre alcune probabilità di danneggiamento per i diversi tipi di strutture. Pertanto parleremo di *vulnerabilità prevista*, e l'approccio metodologico sarà fondato su studi teorici della risposta dinamica di un *"edifici-tipo"*.

In Italia, per la calcolo della vulnerabilità del costruito, sono tradizionalmente utilizzate due distinte metodologie basate sulla vulnerabilità osservata, sviluppate nell'ambito delle attività del GNDT e denominate rispettivamente: *metodologia di 1° livello o delle Matrici di Probabilità di Danno*; *metodologia di 2° livello o dell'Indice di vulnerabilità*.

La metodologia di 1° livello individua all'interno del costruito ordinario diverse tipologie edilizie e definisce alcune classi di vulnerabilità, per ciascuna delle quali viene precisata la relazione tra input sismico e danno, attraverso appunto le matrici di probabilità di danno. La severità del terremoto è considerata in termini di intensità macrosismica ed il danno è descritto attraverso livelli qualitativi, associati all'evidenza di particolari stati lesionativi o di collasso parziale o totale.

La metodologia di 2° livello è basata sulla definizione di un indice di vulnerabilità, che caratterizza la propensione dell'edificio al danneggiamento. Ad ogni valore di tale indice è associata una curva, che correla il danno (previsto in termini economici come rapporto tra il costo dell'intervento di riparazione ed il valore dell'opera) al picco di accelerazione dell'input sismico atteso.

1.2.3 Metodo delle Matrici di Probabilità di Danno

La valutazione della vulnerabilità strutturale col metodo delle Matrici di Probabilità di Danno (denominato anche metododo di I livello) è di tipo *quantitativo*,

tipologico, statistico e diretto. Quantitativo, perché fornisce il risultato (danno) in forma numerica (probabilistica o deterministica); *tipologico*, perché valuta il comportamento sismico delle costruzioni attraverso l'attribuzione delle stesse ad una certa tipologia strutturale individuata da poche caratteristiche essenziali (es. tipo di strutture verticali e orizzontali); *statistico*, perché ricerca il risultato attraverso l'elaborazione statistica di dati osservati e rilevati dopo eventi sismici; *diretto*, perché fornisce il risultato come previsione tra l'intensità del sisma e la probabilità di danneggiamento degli edifici.

Il metodo delle Matrici di Probabilità di Danno (*DPM: Damage Probability Matrix*), fu messo a punto da F. Braga³⁹ e al., sulla base dei danni rilevati a seguito del terremoto dell'Irpinia del 23 novembre 1980. In occasione di quel terremoto fu condotta una estesa campagna di rilevamento censendo circa 38.000 edifici nei 41 Comuni colpiti dal sisma. La elaborazione statistica dei dati consentì, per le diverse tipologie più ricorrenti nelle aree colpite, la definizione delle predette DPM.

Le Matrici di Probabilità di Danno forniscono, per ogni assegnato grado di intensità sismica la probabilità che si verifichi un determinato livello di danno per una definita classe di edifici.

Le scelte poste alla base del modello furono le seguenti:

1. La severità del terremoto fu espressa attraverso i gradi della scala macrosismica MSK-76⁴⁰ associati al territorio di ognuno dei 41 comuni rilevati. E più precisamente attraverso quelli compresi tra il V e X grado,

³⁹ Braga, F, Dolce, M, e Liberatore, D. - *A Statistical Study on damaged buildings and an ensuing review of the M.S.K. - 76 scale*, 7th European Conference on Earthquake Engineering, 1982Atene.

Braga, F, Dolce, M, e Liberatore, D.- *Statistical Analyses of Damage Data from 23.11.80 Italy Earthquake*, U.S. - Italy Workshop on Seismic Hazard and Risk Analysis, Varenna, 1985Italy.

Braga, F, Dolce, M e Liberatore, D.- *Rassegna critica dei metodi per la stima della vulnerabilità*, Atti del 3° Convegno Nazionale Ingegneria Sismica in Italia, 1987Roma.

⁴⁰ Medvedev, S.V. - *Seismic Intensity Scale M.S.K.-76*, Publ. Inst. Geophys. 1977, Varsavia

non avendo riscontrato per le intensità macrosismiche inferiori al V, danni rilevanti. Coerentemente con la scelta di tale scala macrosismica, le varie tipologie edilizie furono definite in “*classi di vulnerabilità*” (Tabella 5).

Le classi di vulnerabilità così definite, costituiscono un modo per raggruppare edifici anche diversi tra loro, ma caratterizzati da un comportamento analogo nei riguardi del sisma.

Classe A	Case in materiali scadenti Costruzione in pietrame naturale, Costruzioni rurali, Case in mattoni crudi o con malta di argilla, Case con argilla o limo
Classe B	Costruzioni in mattoni comuni, in grossi blocchi o in prefabbricati, Muratura con telai di legname, Costruzione in pietra squadrata.
Classe C	Edifici rinforzati. Costruzioni armate Strutture in legno ben fatte.

Tabella 5 Classi di vulnerabilità secondo la scala MSK-76

2. Furono definite tredici tipologie strutturali di edifici, individuate sulla base delle caratteristiche delle strutture verticali ed orizzontali (Tabella 6), attribuendo implicitamente a queste ultime la capacità di differenziare in modo significativo la vulnerabilità delle costruzioni.

Strutture verticali Strutture orizzontali	Muratura in pietrame non squadrate	Muratura in pietrame sbozzato	Muratura in mattoni o blocchi	Cemento armato
Volte	1	5	9	\
Solai in legno	2	6	10	\
Solai con putrelle	3	7	11	\
Solai in c.a.	4	8	12	13

Tabella 6 Identificazione delle tredici tipologie strutturali

Vi è da dire che in realtà il comportamento sismico delle costruzioni in muratura è più complesso: l'utilità di orizzontamenti rigidi non è tanto quella di ripartizione delle azioni orizzontali, ma è legata alla loro capacità di collegamento tra le pareti

(impedimento dei meccanismi fuori-piano, mancanza di crolli per sfilamento delle travi). Queste funzioni possono essere garantite anche da altri elementi (catene, ammorsamenti murari, semplici cordoli); per contro, il maggior peso dei solai in c.a., introdotti con finalità di adeguamento, costituisce in molti casi un'ulteriore fonte di vulnerabilità, come riscontrato recentemente in Umbria e nelle Marche. Per quanto riguarda invece il cemento armato, l'inquadramento di tutto il patrimonio in un'unica tipologia è assolutamente inadeguato, data la notevole vulnerabilità di alcune tipologie (ad esempio gli edifici su *pilotis*) e, più in generale, di molte delle costruzioni realizzate prima delle norme sismiche.

3. Nel rispetto dalla scala macrosismica MSK-76 le stesse tredici tipologie vennero raggruppate in classi, A, B, C come di seguito riportate:

Strutture verticali / Strutture orizzontali	Muratura in pietrame non squadrato	Muratura in pietrame sbozzato	Muratura in mattoni o blocchi	Cemento armato
Volte	A	A	A	\
Solai in legno	A	A	C	\
Solai con putrelle	B	B	C	\
Solai in c.a.	C	C	C	C

Tabella 7 Identificazione delle tre classi di vulnerabilità corrispondenti alla scala MSK-76

4. La misura del danno fu espressa attraverso sei livelli qualitativi di danno, associati agli stati lesionativi o di collasso parziale o totale sulle costruzioni così come previsto dalla stessa scala (Tabella 8).

Livello di danno	Descrizione
0	nessun danno
1	danno lieve: sottili fessure e caduta di piccole parti dell'intonaco
2	danno medio : piccole fessure nelle pareti, caduta di porzioni consistenti di intonaco, fessure nei camini parte dei quali cadono
3	danno forte: formazione di ampie fessure nei muri, caduta dei camini
4	distruzione: distacchi fra le pareti, possibile collasso di porzioni di edifici, parti di edificio separate si sconnettono, collasso di pareti interne
5	danno totale: collasso totale dell'edificio

Tabella 8 Identificazione delle tre classi di vulnerabilità corrispondenti alla scala MSK-76

Nelle seguenti due tabelle sono riportati, per ciascuno delle tre classi di vulnerabilità i valori del danno, individuati a seguito del terremoto in Irpinia tramite analisi statistiche, per condizione geologiche medie (Tabella 9) e per condizione geologiche scarse (Tabella 10)

Intensità Classe	V	VI	VII	VIII	IX	X
Classe A	0,02	0,284	0,423	0,726	0,86	0,923
Classe B	0,01	0,185	0,284	0,501	0,7	0,85
Classe C	0,005	0,065	0,167	0,334	0,5	0,7

Tabella 9 Coefficienti binomiali del danno per condizione geologiche medie

Intensità Classe	V	VI	VII	VIII	IX	X
Classe A	0,022	0,417	0,667	0,883	0,91	0,95
Classe B	0,022	0,25	0,5	0,667	0,833	0,91
Classe C	0,022	0,167	0,333	0,5	0,667	0,833

Tabella 10 Coefficienti binomiali del danno per condizione geologiche scarse

5. La distribuzione del danneggiamento, per ciascuna classe tipologica e ciascun grado di intensità, fu descritta tramite la formula:

$$p_{hki} = \frac{5!}{k! (5 - k)!} \cdot d_{hi}^k (1 - d_{hi})^{5-k} \quad (15)$$

dove p_{hki} rappresenta la probabilità di avere sulla tipologia di classe “h” (h=A,B,C) un livello di danno “k” (k=0,1,2,3,4,5), per effetto di una azione di intensità “i” (i=V, VI, VII, VIII, IX, X), mentre d rappresenta il danno

(Tabelle 9, 10). Di seguito si riportano le matrici di probabilità di danno per ciascuna delle tre classi tipologiche A, B, C, e per le sole condizione geologiche medie.

CLASSE A

Intensità ("i")	Livello di danno ("k")					
	0	1	2	3	4	5
V	0,9039208	0,092237	0,003765	7,683E-05	7,84E-07	3,2E-09
VI	0,1881764	0,373199	0,296057	0,1174305	0,023289	0,001848
VII	0,0639557	0,23443	0,343723	0,2519839	0,092365	0,013543
VIII	0,0015444	0,02046	0,108424	0,2872837	0,380598	0,201689
IX	5,378E-05	0,001652	0,020295	0,124667	0,382906	0,470427
X	2,707E-06	0,000162	0,003889	0,0466215	0,279426	0,669898

CLASSE B

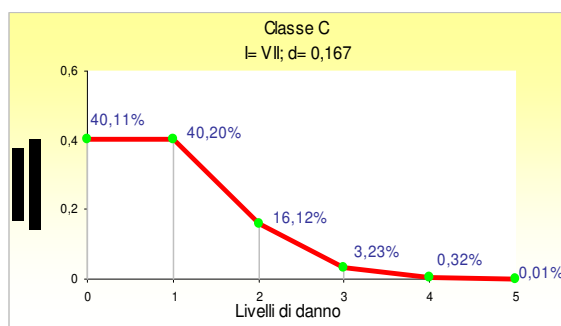
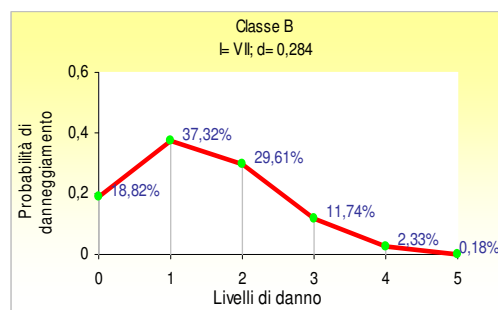
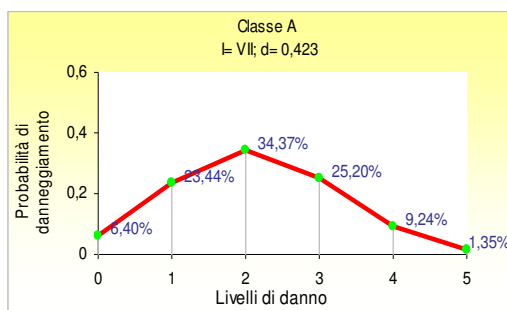
Intensità ("i")	Livello di danno ("k")					
	0	1	2	3	4	5
V	0,95099	0,04803	0,00097	9,801E-06	4,95E-08	1E-10
VI	0,3595738	0,408105	0,185275	0,0420562	0,004773	0,000217
VII	0,1881764	0,373199	0,296057	0,1174305	0,023289	0,001848
VIII	0,0309387	0,155314	0,311873	0,3131225	0,157189	0,031564
IX	0,00243	0,02835	0,1323	0,3087	0,36015	0,16807
X	7,594E-05	0,002152	0,024384	0,1381781	0,391505	0,443705

CLASSE C

Intensità ("i")	Livello di danno ("k")					
	0	1	2	3	4	5
V	0,9752488	0,024504	0,000246	1,238E-06	3,11E-09	3,13E-12
VI	0,7145918	0,248388	0,034535	0,0024008	8,35E-05	1,16E-06
VII	0,4010745	0,402037	0,161201	0,0323176	0,00324	0,00013
VIII	0,1310301	0,328559	0,329546	0,1652677	0,041441	0,004157
IX	0,03125	0,15625	0,3125	0,3125	0,15625	0,03125
X	0,00243	0,02835	0,1323	0,3087	0,36015	0,16807

Per ciascuna classe tipologica e per ciascun grado di intensità è possibile, descrivere l'intera distribuzione del danneggiamento tramite le DPM.

Nei grafici che seguono se ne riporta un esempio, relativo all'intensità macrosismica del VII grado, rispettivamente per le classi tipologiche A,B, C.



Le DPM ricavate dal rilievo in Irpinia, aggiornate sulla base dei dati raccolti a seguito degli ultimi terremoti in altre regioni italiane, costituiscono un modello per prevedere i danni in un territorio, data l'intensità attesa. Questo tipo di analisi è indicata nel caso si vogliano condurre analisi di vulnerabilità di grandi popolazioni di edifici.

1.2.4 Metodologia dell'indice di vulnerabilità o di II livello

La valutazione della vulnerabilità strutturale degli edifici in muratura tramite l'indice di vulnerabilità, attualmente utilizzata dal GNDT, è una metodologia di tipo semeiotico, indiretto e quantitativo.

Semeiotico, perchè attribuisce ad ogni edificio un indice di vulnerabilità determinato sulla base di parametri comportamentali ritenuti rappresentativi della propensione dell'edificio a subire danni per effetto di un evento sismico. Indiretto, in quanto determina prima l'indice di vulnerabilità e poi, in funzione di questo, stabilisce una relazione tra danni e terremoti. Quantitativo in quanto fornisce il risultato (danno) in forma numerica (probabilistica o deterministica).

Il metodo deriva da una proposta di D. Benedetti e V. Petrini⁴¹, e si basa sull'analisi di una serie di dati censiti tramite una scheda di rilevamento.

Nell'attuale versione, tale scheda (riportata in Appendice) è costituita da tre facciate: le prime due costituiscono la *Scheda di 1° livello per il rilevamento dell'esposizione e della vulnerabilità degli edifici* valida per tutte le tipologie strutturali, mentre la terza facciata la *Scheda di vulnerabilità di 2° livello* è specifica per le costruzioni in muratura. La metodologia *dell'indice di vulnerabilità* è associata proprio alla scheda di 2° livello trovando applicazione per la prima volta in occasione del rilevamento di *vulnerabilità e danno* effettuato in seguito al terremoto di Parma del Novembre 1983. Con riferimento alla scheda di 2° livello se ne riportano gli undici parametri ivi contenuti:

1. Tipo ed organizzazione del sistema resistente

⁴¹ Benedetti D., Petrini V. *On seismic vulnerability of masonry buildings: proposal of an evaluation procedure*, L'industria delle Costruzioni; 1984, 18, 66-78.

Valuta il grado di organizzazione degli elementi verticali, prescindendo dal materiale e dalle caratteristiche delle singole murature: l'elemento significativo è la presenza e l'efficacia dei collegamenti fra pareti ortogonali, tali da assicurare l'efficienza del comportamento scatolare della struttura.

2. Qualità del sistema resistente

Considera la qualità del sistema resistente dipendente dai seguenti fattori: il tipo di materiale; il tipo di apparecchiatura muraria; il tipo di connessioni.

3. Resistenza convenzionale

Questo parametro calcola il valore della resistenza alle azioni orizzontali di un edificio in muratura, attraverso l'impiego di un metodo di calcolo semplificato basato sulle seguenti ipotesi: solai infinitamente rigidi, pura traslazione dei piani, assenza di eccentricità in pianta.

4. Posizione dell'edificio e delle fondazioni

Vengono esaminati sia la posizione dell'edificio, in relazione al terreno della zona circostante, che le fondazioni, in relazione al tipo di terreno e alle differenze del piano di posa.

5. Orizzontamenti

Esprime il ruolo degli orizzontamenti nell'ottica di un buon funzionamento scatolare dell'edificio, attraverso collegamenti alle pareti verticali ed un'elevata rigidezza dell'orizzontamento nel proprio piano.

6. Configurazione planimetrica

Il comportamento sismico di un edificio dipende anche dalla sua configurazione planimetrica e tale parametro ne tiene conto attraverso la valutazione dei rapporti tra lato corto e lato lungo delle piante.

7. Configurazione in elevazione

Mette in conto le variazioni e discontinuità in elevazione quali piani porticati, eventuali variazioni di massa, etc..

8. Distanza massima fra le murature

Questo parametro considera l'efficienza del sistema attraverso la distanza tra le murature portanti poste perpendicolarmente.

9. Copertura

Tale parametro valuta l'influenza delle coperture sul comportamento sismico di un edificio tramite: l'eventuale azione spingente delle coperture sulle murature perimetrali; l'efficacia del collegamento della copertura alle murature d'ambito; il peso, in termini di massa sismica; la differenza di rigidezza e resistenza rispetto a quelle della muratura dell'edificio.

10. Elementi non strutturali

In questa sezione si riporta la tipologia e le caratteristiche di tutti quegli elementi non portanti quali comignoli, cornicioni, piccoli aggetti etc., presenti nell'edificio.

11. Stato di fatto

Si tiene conto con questa voce dello stato di conservazione degli edifici tramite la definizione di quattro classi -descrittive- così definite:

- *Classe A*: murature in buone condizioni senza lesioni visibili.
- *Classe B*: edifici che presentano lesioni capillari non diffuse, ad eccezione di casi in cui queste siano state prodotte da terremoti.
- *Classe C*: edifici con lesioni di media entità (ampiezza della lesione: 2 – 3 mm) o con lesioni capillari di origine sismica; edifici che, pur non presentando lesioni, sono caratterizzati da uno stato di conservazione delle murature tale da determinare una significativa diminuzione di resistenza.
- *Classe D*: edifici che presentano pareti fuori piombo e/o lesioni gravi anche se non diffuse; edifici caratterizzati da grave deterioramento dei materiali; edifici che,

pur non presentando lesioni, sono caratterizzati da uno stato di conservazione delle murature tale da determinare una grave diminuzione di resistenza.

Per ogni edificio l'indice di vulnerabilità I_V viene calcolato in funzione proprio degli 11 parametri sopra descritti che rappresentano gli indici di vulnerabilità parziali identificati come fattori di maggiore rilevanza per la descrizione del comportamento sismico delle costruzioni in muratura (funzionamento scatolare, resistenza delle pareti, efficienza dei diaframmi, stabilità edificio-terreno).

Con riferimento alla Tabella 11, l'indice di vulnerabilità I_V di ogni singolo edificio (detto anche indice globale) è ottenuto sommando i contributi dei pesi p_i assegnati agli indici di vulnerabilità parziali, e dei punteggi⁴² c_i , assegnati alle classi di vulnerabilità crescente (A, B, C, D) tramite la seguente espressione⁴³:

$$I_V = \sum_{i=1}^{11} C_{vi} p_i \quad (16)$$

Il risultato che si ottiene con la (16) è un numero che risulterà compreso tra 0 e 382,5; o tra 0 e 100 se “normalizzato”.

	PARAMETRO	CLASSE C_V				PESO p_i
		A	B	C	D	
1	Tipo e organizzazione del sistema resistente	0	5	20	45	1,0
2	Qualità sistema resistente	0	5	25	45	0,25
3	Resistenza convenzionale	0	5	25	45	1,50
4	Posizione edificio e fondazioni	0	5	25	45	0,75
5	Orizzontamenti	0	5	15	45	Var.
6	Configurazione planimetrica	0	5	25	45	0,5
7	Configurazione in elevazione	0	5	25	45	Var.
8	Distanza max tra le murature	0	5	25	45	0,25
9	Copertura	0	15	25	45	Var.
10	Elementi non strutturali	0	0	25	45	0,25
11	Stato di fatto	0	5	25	45	1,0

Tabella 11

⁴² Punteggi e pesi sono determinati attraverso analisi statistiche dei dati di danneggiamento raccolti in occasione di terremoti recenti.

⁴³ CNR, GNDT, *Rischio sismico di edifici pubblici. aspetti metodologici*, parte I, Tipografia Moderna, Bologna, 1993.

E' opportuno a questo punto fare una considerazione.

A causa delle incertezze connesse alla valutazione delle caratteristiche strutturali dei singoli edifici, alla variabilità del loro comportamento sismico, all'aleatorietà della scossa sismica ed agli eventuali effetti di amplificazione locali, l'indice di vulnerabilità calcolato con la (16) rappresenta una misura convenzionale della propensione al danneggiamento, esso cioè non fornisce una valutazione assoluta del danno atteso per un data intensità sismica.

La validazione della procedura sopra illustrata, viene compiuta mediante la correlazione tra l'indice di vulnerabilità (I_V), un indice di misura del danneggiamento (d) ed uno per la severità del sisma ($s=y=a/g$).

In particolare per la valutazione del danno si fa riferimento alla scheda di valutazione della vulnerabilità di 1° livello (GNDT 1994) e precisamente alle informazioni contenute nella Sezione 8 *“Estensione e livello del danno”* precedentemente esposte.

L'individuazione della correlazione danno-severità del sisma, attraverso l'indice di vulnerabilità I_V calcolato con la metodologia sopra esposta, si fonda sul fatto che la risposta di un edificio in muratura per sollecitazioni sismiche di severità crescenti è in generale caratterizzata da una fase di inizio del danneggiamento in corrispondenza della accelerazione (y), seguita da un incremento del danno, fino al collasso (y_c).

Il grafico in Figura 16, mostra l'andamento qualitativo della funzione danno-accelerazione $d(y)$.

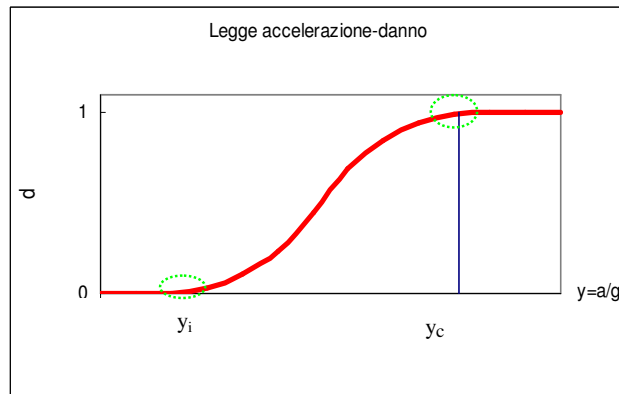


Figura 16

Per semplicità nella procedura e tenendo presenti le ampie incertezze che gravano sulla determinazione della legge accelerazione-danno, si assume di solito una funzione di tipo trilineare (grafico di Figura 17) avendo come punti significativi i valori dell'accelerazione cui corrisponde l'inizio del danno (y_i) e del collasso (y_c).

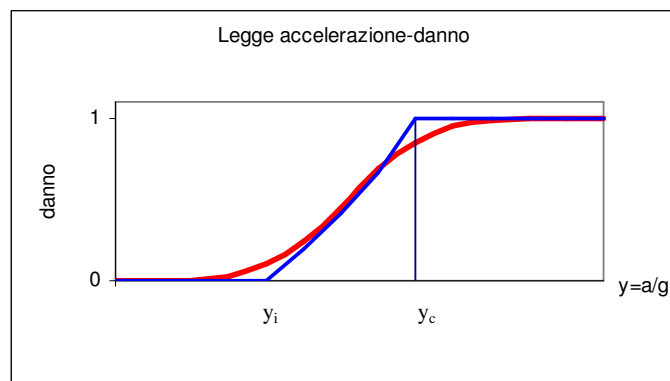


Figura 17

In questo modo il problema di stabilire la legge di correlazione $d(y)$ si riduce a quello di stabilire, per ogni livello di vulnerabilità (I_v), i valori delle accelerazioni di inizio danno y_i e di collasso y_c .

Naturalmente è possibile seguire diverse strade per ottenere tali valori limite estrapolandoli, per esempio, da correlazioni empiriche tra vulnerabilità rilevate e danno osservato in edifici danneggiati dal sisma.

L'espressione analitica delle curve trilineari $d(y, l_v)$ in funzione di y_i e y_c (curve di fragilità) è di seguito riportata:

$$d(y, l_v) = \begin{cases} d = (y - y_i) / (y_c - y_i) \\ d = 0 \text{ per } y < y_i \\ d = 1 \text{ per } y > y_c \end{cases} \quad (17)$$

mentre le espressioni di y_i e y_c sono rispettivamente:

$$y_i = \alpha_i \exp(-\beta_i l_v) \quad (18)$$

$$y_c = (\alpha_c + \beta_c l_v^\gamma)^{-1} \quad (19)$$

nelle quali i parametri α_i , β_i , α_c , β_c e γ come già detto, sono stimati attraverso correlazioni empiriche e valgono rispettivamente: $\alpha_i = 0.08$; $\beta_i = 0.0195$; $\alpha_c = 1.53$; $\beta_c = 0.00191$; $\gamma = 1.8$.

Il risultato finale che esprime la vulnerabilità degli edifici in muratura nel modello sin qui illustrato è rappresentato dal diagramma delle curve di fragilità rappresentate nel grafico di Figura 18.

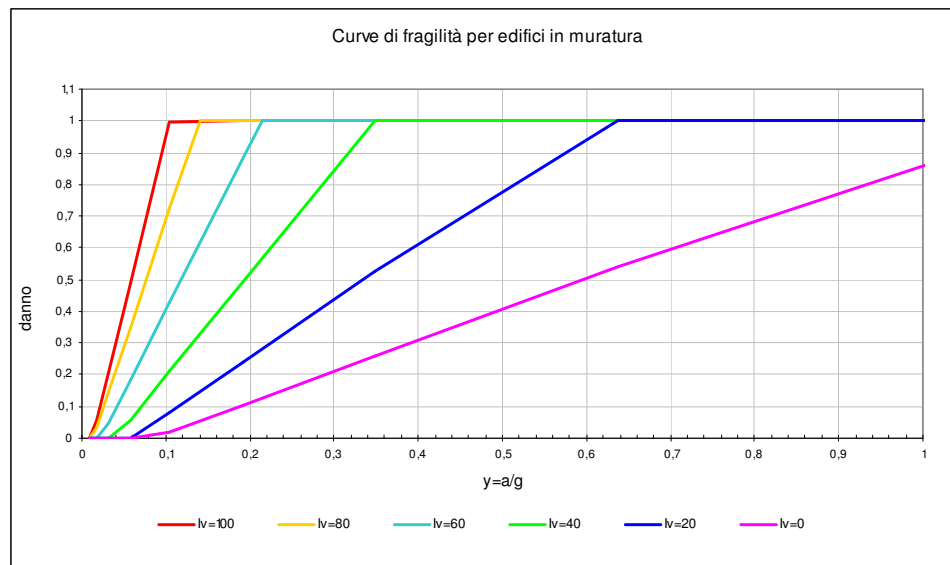


Figura 18 Curve di fragilità per gli edifici in muratura

Tali curve forniscono la correlazione tra severità del terremoto, espressa in questo caso dall'accelerazione di picco⁴⁴ ($y=a/g$) e danno espresso attraverso l'indice d variabile da 0 a 1 per ogni edificio con un dato indice di vulnerabilità (I_v).

1.2.4.a La misura economica del danno

Nel metodo di 2° livello del GNDT il danno viene misurato in termini economici, attraverso il cosiddetto fattore di danno f_d , rapporto tra il costo dell'intervento di riparazione ed il valore dell'opera, ottenendo un numero adimensionale, compreso tra 0 e 1. Una possibile corrispondenza tra i livelli di danno utilizzati dalle scale macrosismiche e la conseguente perdita economica, espressa in termini percentuali come fattore di danno $f_{d,k}$ sul livello k è riportata di seguito⁴⁵:

⁴⁴Si può passare da una grandezza all'altra ed in questo caso avere il risultato in intensità macrosismica I per esempio tramite l'espressione (14).

⁴⁵Giovinazzi, S. Lagomarsino, S.- *Una metodologia per l'analisi di vulnerabilità sismica del costruito*, X Congresso Nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia", 2001

Livello di danno- k	0	1	2	3	4	5
Fattore di danno - $f_{d,k}$	0	0,01	0,1	0,35	0,75	1

Tabella 12 Corrispondenza tra livelli di danno e fattore di danno

La curva di correlazione tra fattore di danno e danno medio può essere tracciata, assunti i valori riportati in Tabella 12, attraverso la seguente formula:

$$f_d = \sum_{k=1}^5 p_k(d) \cdot f_{d,k} \quad (20)$$

dove p_k è la funzione binomiale dell'espressione (15).

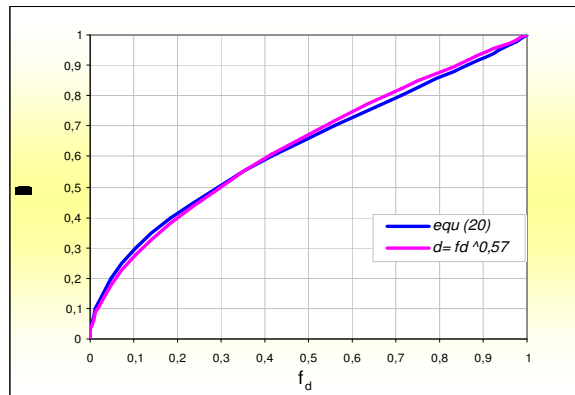


Figura 19

quell'insieme di edifici ed il loro valore totale) è ottenuto dalla sommatoria dei costi parziali associati al sottoinsieme di edifici interessati da ciascun livello di danno.

La curva ottenuta dalla (20) è mostrata in Figura 19, dove è anche rappresentata una funzione analitica interpolante particolarmente utile operativamente: $d = f_d^{0,57}$

1.2.5 Considerazioni

Si è visto che lo studio della pericolosità può essere condotta sia in termini probabilistici, che su base deterministica. Qualora lo studio di pericolosità sia condotto in termini probabilistici si configura quella che viene denominata

un'analisi di rischio. Nel caso invece in cui la sismicità sia studiata su base deterministica, o estraendo da un catalogo di sismicità storica uno o più terremoti significativi o simulando con modelli teorico-numerici i meccanismi di sorgente e la propagazione delle onde nella crosta terrestre, si esegue un'analisi di scenario, ovvero si valutano gli effetti sul territorio a seguito di uno specifico evento sismico. Ovviamente la scelta tra analisi di rischio e analisi di scenario dipende dalle finalità dello studio.

Nel caso di uno studio del territorio a fini preventivi, l'analisi di rischio è preferibile in quanto cumula gli effetti di tutte le potenziali sorgenti sismiche dell'area e fornisce una valutazione comparabile tra i diversi comuni interessati dallo studio. Per analizzare invece gli aspetti di gestione dell'emergenza legati alla Protezione Civile è più significativa un'analisi di scenario, in quanto riproduce una distribuzione quanto più realistica degli effetti sul territorio, fatto che consente di elaborare strategie per il post-terremoto⁴⁶.

In entrambi i casi, per la determinazione del danno atteso, sono tradizionalmente utilizzate in Italia le metodologie denominate di 1° e 2° livello sviluppate nell'ambito delle attività del GNDT e precedentemente descritte. In questi ultimi anni si è cercata una revisione critica di queste metodologie (Bernardini⁴⁷ *et al.*, Dolce⁴⁸), sia per verificare l'applicabilità delle DPM ricavate dai dati irpini alle altre regioni italiane (Zuccaro⁴⁹ *et al.*), sia per confrontare i due metodi (Meroni⁵⁰ *et al.*,

⁴⁶ A tal proposito vi è da dire che il rischio in alcune aree è tuttavia sottostimato, in quanto ci si riferisce ad un unico ben preciso evento.

⁴⁷ Bernardini, A. Coerenza fra osservazioni e previsioni di vulnerabilità sismica di tipologie murarie. *Atti 8° Convegno Nazionale ANIDIS: L'ingegneria Sismica in Italia*, 1997, Taormina, pp. 177-183.

Bernardini, A.. La vulnerabilità degli edifici – Valutazione a scala nazionale della vulnerabilità sismica degli edifici ordinari, CNR-GNDT, 2000, Roma.

⁴⁸ Dolce, M. 1997. La valutazione della vulnerabilità per le analisi di rischio e gli scenari di danno. *Atti 8° Convegno Nazionale ANIDIS: L'ingegneria Sismica in Italia*, Taormina, pp. 217-226.

⁴⁹ Zuccaro, G. Baratta A., Valutazione a scala nazionale della vulnerabilità degli edifici ordinari. *Atti 9° Convegno Nazionale ANIDIS: L'ingegneria Sismica in Italia*, 1999, Torino.

Zuccaro, G., Papa, F. Baratta, A Distribuzione nazionale della vulnerabilità media comunale, in A. Bernardini (ed), *La vulnerabilità degli edifici*, CNR-GNDT, 2000, Roma, pp. 133-175.

Di Pasquale⁵¹ *et al.*), mentre alcuni autori⁵² hanno già sperimentato la possibilità di un approccio misto tra le due metodologie.

1.2.6 Valutazione della vulnerabilità sismica delle chiese

Il problema della vulnerabilità sismica del patrimonio monumentale e, più in particolare, delle chiese presenta questioni differenti rispetto all'edilizia ordinaria, per la quale esistono metodologie già ampiamente sperimentate.

L'esigenza di conservazione di tali beni, legato al valore storico-artistico dell'oggetto stesso, richiede infatti di operare attraverso un approccio di maggiore dettaglio che consideri la modalità di risposta delle fabbriche all'azione sismica, al fine di ottenere indicazioni sulla loro attuale vulnerabilità e sulle strategie per il miglioramento sismico.

L'osservazione dei danni causati alle chiese da recenti terremoti ha evidenziato come la risposta sismica di tale tipologia di costruzioni in muratura sia riconducibile a meccanismi di collasso connessi alla perdita di equilibrio ed alla conseguente trasformazione in un cinematismo di una o più porzioni del manufatto che si stacca dal resto della fabbrica per fessurazione o in corrispondenza di soluzioni di continuità già presenti (mancanza di ammassamento, contatto tra murature realizzate in fasi differenti).

La vulnerabilità delle chiese dipende da tutta una serie di fattori, tra i quali anche la stessa tipologia strutturale -ben lontana dal cosiddetto comportamento

⁵⁰ Meroni, F., Petrini, V. Zonno, G.. Distribuzione nazionale della vulnerabilità media comunale. in A. Bernardini (ed), *La vulnerabilità degli edifici*, CNR-GNDT, 2000, Roma, pp.105-131.

⁵¹ Di Pasquale, G., Dolce, M. Martinelli, A.. Analisi della vulnerabilità, in *Censimento di vulnerabilità a campione dell'edilizia corrente dei centri abitati, nelle regioni Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia e Sicilia* (Progetto Lavori Socialmente Utili), Dipartimento della Protezione Civile, 2000, Roma, pp. 76-106.

⁵² Faccioli, E. Pessina, V.. The Catania Project: earthquake damage scenarios for a high risk area in the Mediterranean, CNR-GNDT, 1999, Roma.

scatolare⁵³ - come ad esempio i grandi spazi interni senza muri di spina (ad eccezione delle colonne e degli archi di separazione tra le navate), l'assenza di orizzontamenti intermedi (o al massimo presenza di una volta), l'irregolarità planimetrica dovuta spesso a successivi ampliamenti (cappelle, sagrestia, canonica, ecc.). Un'elevata vulnerabilità è presente anche in quelle parti del fabbricato considerevolmente più alte rispetto alle altre (cupole, campanili, parti svettanti, ecc.). Queste infatti, in presenza di azioni sismiche, possono oscillare in maniera autonoma producendo in corrispondenza del confine fra pieno e vuoto lesioni importanti. Un ulteriore fattore di vulnerabilità tipico delle chiese è costituito dalla presenza di elementi di copertura di grandi dimensioni e conseguentemente di notevole pesantezza che generano amplificazioni delle sollecitazioni, martellamenti ed effetti torsionali, innalzando il livello di vulnerabilità generale. Inoltre, spesso per le chiese possono sorgere anche problemi fondali, a causa di pressioni non uniformi sul terreno, che danno luogo a cedimenti differenziali, ovviamente più evidenti nel caso di suoli compressibili. Tuttavia l'individuazione dei possibili cinatismi e del corrispondente livello dell'azione sismica che li attiva appare un problema di non facile soluzione: le analisi strutturali di dettaglio effettuate tramite codici ad elementi finiti comportano, infatti, oneri computazionali che le rendono difficilmente applicabili in un'analisi a scala territoriale.

Tale considerazione evidenzia l'importanza di utilizzare metodi semplificati, il cui risultato è più stabile quantitativamente e possiede una più chiara interpretazione qualitativa da parte del progettista. Le varie ricerche condotte sulla vulnerabilità sismica delle chiese a seguito degli ultimi eventi sismici in

⁵³ Si ricorda che per "comportamento scatolare" d'insieme si intende la capacità di un edificio di resistere efficacemente alle azioni sismiche in virtù di murature di buona qualità, ortogonali fra loro e poste a distanze limitate, e collegate nelle intersezioni con ammorsature efficaci; risulta fondamentale anche la presenza di solai intermedi e copertura rigidi nel loro piano e ben collegati alle murature verticali.

Italia (Friuli 1976: Doglioni⁵⁴ et al. 1994; Modena e Reggio Emilia 1987: Decanini⁵⁵ et al. 1997; Lunigiana 1995: Angeletti⁵⁶ et al. 1997; Umbria e Marche 1997: Lagomarsino⁵⁷ et al. 1997) hanno fornito una visione sufficientemente chiara ed esauriente di come il comportamento sismico delle chiese sia inquadrabile secondo fenomenologie ricorrenti.

Infatti, pur nella varietà delle tecniche costruttive, delle dimensioni e delle geometrie, le chiese sono quasi sempre costituite da elementi architettonici ben individuati quali la facciata, l'aula (ad una o più navate), il presbiterio, l'abside; e a questi si possono spesso aggiungere il transetto, la cupola, le cappelle laterali e il campanile. Proprio l'osservazione dei danni prodotti da precedenti eventi sismici ha evidenziato -in generale- che ciascuno di tali elementi architettonici manifesta meccanismi di danneggiamento e collasso in gran parte autonomi dal comportamento del resto della fabbrica, e quindi essi possono essere intesi come una sorta di *macroelementi* a se stanti. Ciò denota una tendenza delle chiese al comportamento "per parti" in cui appunto i macroelementi come la facciata, il timpano, le pareti laterali, ecc., oltre che compositivamente, sono riconoscibili anche sotto il profilo della risposta sismica come strutturalmente autonomi.

In linea di principio i possibili meccanismi di collasso sono infiniti, in quanto ciascuna struttura può essere arbitrariamente trasformata in un cinematismo inserendo piani di frattura e cerniere; in realtà la conoscenza delle

⁵⁴ Doglioni F., A. Moretti e V. Petrini, 1994, *Le chiese e il terremoto*, Edizioni LINT, Trieste.

⁵⁵ Decanini, L., Di Pasquale, G. & Orsini, G. 1997. *Considerazioni sui danneggiamenti osservati a seguito del terremoto del 15.10.1996 in Emilia Romagna*, Atti del 8° Convegno Nazionale: L'Ingegneria sismica in Italia, vol. 1, Palermo.

⁵⁶ Angeletti P., M. Ferrini e S. Lagomarsino, 1997, *Rilievo e valutazione della vulnerabilità sismica delle chiese: un esempio in Lunigiana e Garfagna*, Atti del 8° Convegno Nazionale: L'Ingegneria sismica in Italia, vol. 2, Palermo.

⁵⁷ Lagomarsino S., A. Brencich, F. Bussolino, A. Moretti, L.C. Pagnini e S. Podestà, 1997, "Una nuova metodologia per il rilievo del danno alle chiese: prime considerazioni sui meccanismi attivati dal sisma", *Ingegneria Sismica*, 3, pp. 70-82.

caratteristiche tecnologiche-costruttive delle murature (tessitura dei paramenti, dimensioni degli elementi lapidei, tipologia dei cantonali) e la distribuzione delle aperture determinano inclinazioni e percorsi preferenziali delle lesioni tecniche che permettono in genere, di restringere lo studio a pochi casi significativi di meccanismi di collasso. Di fatto l'analisi deve essere eseguita su un numero limitato di meccanismi, effettivamente possibili senza perdere di vista il comportamento globale della fabbrica, che l'approccio per macroelementi non coglie⁵⁸.

La *scheda di rilievo della vulnerabilità e del danno alle chiese* elaborata dall'Unità di Ricerca di Genova del GNDT (riportata in Appendice), si basa proprio sul concetto di macroelemento e sui possibili meccanismi di collasso. Essa rappresenta una sintesi delle precedenti esperienze maturate in ambito CNR-GNDT ed in particolare fa riferimento alla metodologia utilizzata per il rilievo della vulnerabilità delle chiese della Lunigiana e Garfagnana (basata proprio su un certo numero di indicatori ciascuno rappresentativo di un possibile cinematismo di collasso per i diversi macroelementi presenti nella fabbrica).

Il rilievo combinato del livello di danno e delle caratteristiche costruttive consente di quantificare il danno prodotto dal terremoto e definire un indice di vulnerabilità della chiesa, che ne caratterizza il comportamento nei riguardi di altri eventi sismici.

Tale scheda, e la metodologia ad essa associata, è stata ampiamente sperimentata in quanto usata in vari progetti tra i quali quello per la mitigazione del rischio sismico delle emergenze a carattere monumentale per l'Italia

⁵⁸ Infatti la risultante complessiva delle azioni sismiche, data dalla massa della struttura per il coefficiente sismico, deve, in qualche modo, essere riportata a terra, eventualmente con ridistribuzioni tra i macroelementi.

Meridionale⁵⁹, quello per l'analisi di vulnerabilità delle chiese del Molise⁶⁰, nonché nel rilievo dei danni sismici alle chiese dell'Umbria e Marche, inoltre è usata tuttora durante le operazioni di sopralluogo post-sisma.

Da quanto detto la scheda chiese può dunque essere utilizzata sia per fini di prevenzione sia per la gestione dell'emergenza sismica.

La strategia della prevenzione è certamente la strada maestra per la riduzione del rischio sismico. A tale riguardo la metodologia consente un censimento rapido delle chiese su un certo territorio, attraverso una conoscenza delle caratteristiche tipologiche essenziali alla valutazione della risposta sismica.

Al fine di una più affidabile previsione del danno atteso –rischio sismico–, oltre ad alcune indicazioni dimensionali, la scheda mira ad individuare le carenze costruttive che favoriscono l'attivazione di ciascun meccanismo di danno; queste sono spesso legate a dettagli piuttosto che a considerazioni generali sulla fabbrica (presenza di catene, ammorsamenti, ecc.). Inoltre il rilievo del danno pregresso rappresenta un'ulteriore preziosa informazione, in quanto i terremoti del passato lasciano segni che spesso non vengono cancellati e possono ancora oggi essere riconosciuti. Il risultato di questa analisi è ovviamente lo scenario di danno atteso a fronte del terremoto di riferimento per l'area. Questo può indirizzare le strategie di prevenzione a livello territoriale, ovvero tramite analisi costi-benefici definire come utilizzare al meglio le risorse disponibile per ridurre il rischio sismico, e suggerire, per il singolo manufatto, gli interventi di miglioramento che permettono di ottenere un'effettiva

⁵⁹ La scheda per il rilievo della vulnerabilità e del danno alle chiese, è stata usata nel progetto n. 13533 – L.S.U.- del 1998 del Ministero della Protezione Civile, GNDT, SSN, “Mitigazione del rischio sismico per le emergenze a carattere monumentale ed ambientale nei comuni ricadenti in tutto o in parte all'interno di parchi naturali (nazionali e regionali) dell'Italia meridionale”.

⁶⁰ Regione Molise GNDT– INGV, Mitigazione del rischio sismico dei centri storici e degli edifici di culto dell'area del Matese nella Regione Molise, Pescara 2001.

conservazione del bene, senza sottovalutare le problematiche della sicurezza. Nell'emergenza post-terremoto esiste invece la necessità di uno strumento agile e sintetico, con il quale rilevare rapidamente un elevato numero di manufatti mettendo in evidenza il danno subito, le condizioni di agibilità, la necessità di opere provvisorie a tutela dell'incolumità pubblica ed a salvaguardia del bene e di quanto in esso contenuto, per evitare maggiori danni a seguito delle successive scosse. La scheda è strutturata in modo da guidare il rilevatore nel sopralluogo, evitando un rilievo dimensionale accurato, che rallenterebbe enormemente le operazioni di verifica senza apportare sostanziali incrementi di conoscenza della risposta strutturale, ma prediligendo l'interpretazione dei meccanismi di danno attivati dal sisma e l'individuazione dei particolari costruttivi fondamentali nei riguardi della vulnerabilità. Questo metodo di rilievo del danno rappresenta quindi una vera e propria diagnosi preliminare della risposta sismica del manufatto rendendo possibile elaborare, attraverso una valutazione dei costi di ripristino e miglioramento sismico, un modello per la stima economica dei danni e allo stesso tempo tradurre i dati rilevati in indicazioni progettuali per l'avviamento degli interventi di miglioramento sismico.

1.2.6.a Scheda per il rilievo della vulnerabilità e del danno alle chiese

La *scheda di rilievo della vulnerabilità e del danno alle chiese* (riportata in Appendice) si basa sul concetto dei possibili meccanismi di collasso dei vari macroelementi presenti nella fabbrica. L'approccio per *macroelementi* associato al rilievo del quadro fessurativo del manufatto consente, contestualmente alla catalogazione dei danni, una prima interpretazione del funzionamento della

struttura individuando, con il rilievo della vulnerabilità, le carenze della fabbrica che hanno favorito il dissesto e che potrebbero compromettere la risposta nei riguardi di altri eventi sismici.

La suddetta scheda è composta da quattro facciate ed articolata in sette sezioni di seguito sinteticamente riportate:

- *Sezione 1. Dati tipologici e dimensionali:* raccolta di informazioni sulla tipologia e le dimensioni della chiesa, scomposta nei diversi elementi architettonici aula, presbiterio, abside, transetto, cappelle, copertura, cupola, cripta, facciata, campanile, sacrestia.
- *Sezione 2. Danni ad elementi di valore artistico:* si richiede di segnalare la presenza di beni artistici e, nel caso d'uso della scheda in emergenza a seguito di un evento sismico, di indicare gli eventuali danni prodotti su tali beni dal sisma;
- *Sezione 3. Indice di danno e indice di vulnerabilità:* in tale sezione sono indicati diciotto possibili meccanismi di danneggiamento e collasso, caratteristici dei diversi macroelementi individuati nelle chiese così come illustrati nell'*Abaco* associato a tale sezione e riportato in Appendice. Il rilievo viene eseguito indicando:
 - il particolare “cinematismo di collasso” in ogni “macroelemento” della fabbrica;
 - l'entità del danno, graduando il giudizio su 4 livelli di danno: 0-danno nullo; 1-danno lieve; 2-danno medio; 3-danno grave;
 - le vulnerabilità intrinseche della fabbrica a quel meccanismo, tramite due indicatori legati ad eventuali carenze costruttive.
- *Sezione 4. Caratteristiche delle murature:* le diverse murature dei vari macroelementi vengono descritte in apposite schede denominate

*Allegato per il rilievo delle murature*⁶¹, supportate a loro volta da un abaco, che illustra il significato delle diverse terminologie con le quali sono classificate le murature. Ovviamente nel caso di diverse fasi o tecniche costruttive verranno compilate più schede per ogni macroelemento.

- *Sezione 5. Agibilità:* in tale sezione, significativa solo nell'emergenza sismica, è richiesto un giudizio sull'agibilità della struttura, scegliendo fra quattro diverse possibilità: agibile, inagibile, parzialmente agibile, agibile con provvedimenti di pronto intervento.
- *Sezione 6. Annotazioni:* è uno spazio libero, che può essere utilizzato diversamente a seconda delle finalità della campagna di rilevamento.
- *Sezione 7. Elaborati grafici:* pianta, prospetti, sezioni e schizzi per meglio chiarire le forme strutturali.

La possibile presenza di stati fessurativi connessi a meccanismi di danno legati all'interazione della struttura con il terreno (cedimenti fondazionali) od alla presenza in sito di fenomeni dovuti alla morfologia ed alla geologia dell'area interessata (movimenti franosi in atto, fratturazioni, liquefazioni) ha portato gli stessi autori ad una modifica della *scheda di rilevamento chiese* con l'inserimento di due nuovi indicatori di danno. Più precisamente aggiungendo il danno 19: *effetti al suolo dovuti alla morfologia e alla geologia dell'area interessata*; e il danno 20: *effetti al suolo derivanti da azioni mutue tra terreno e costruzione* (Figura 20). In effetti il rilievo di tali fenomeni può favorire la formazione di zone di debolezza nella costruzione che influenzano la risposta strutturale in occasione di un sisma.

⁶¹ L. Binda, *Sperimentazione di tecniche di intervento di miglioramento strutturale su edifici in muratura nei centri storici: indagini in sito ed in laboratorio atte a qualificare le murature in pietra della Lunigiana*, Regione Toscana, Firenze, 1998.

19	EFFETTI AL SUOLO DOVUTI ALLA MORFOLOGIA E ALLA GEOLOGIA DELL'AREA INTERESSATA	<input type="checkbox"/>
Danno	EVIDENZA DI EFFETTI AL SUOLO (frane , cedimenti , fratturazione , liquefazione)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
20	EFFETTI AL SUOLO DERIVANTI DA AZIONI MUTUE TRA TERRENO E COSTRUZIONE	<input type="checkbox"/>
Danno	LESIONI DA CEDIMENTO IN FONDAZIONE	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Localizzazione :	

Figura 20 Meccanismi di danno legati all'interazione suolo-struttura

1.2.6.b Determinazione dell'indice di danno e di vulnerabilità

L'elaborazione dei dati riferiti alla *sezione 3* e censiti con la *scheda di rilievo della vulnerabilità e del danno alle chiese* fornisce, tramite un semplice modello a punteggio, due indici e più precisamente l'indice di danno i_d e l'indice di vulnerabilità i_v . È importante sottolineare comunque che tali indici non godono di alcun rigore scientifico o significato meccanico, ma la loro utilità consiste nell'essere parametri sintetici tramite i quali confrontare situazioni differenti, al fine di mettere insieme gruppi di manufatti di caratteristiche analoghe e stabilire gerarchie di interventi in funzione dei danni subiti (usando l'indice i_d) o della presunta vulnerabilità nei riguardi di una possibile azione sismica (usando l'indice i_v).

a) Indice di danno

Con riferimento alla *sezione 3*, l'indice di danno i_d è così ottenuto:

$$i_d = \sum_{k=1}^{18} \frac{1}{3n} \cdot d_k \quad (22)$$

dove: dk è il livello di danno subito nei riguardi del k -esimo meccanismo (da 0 a 3); n è il numero di meccanismi che si sarebbero potuti attivare nella chiesa, secondo quanto indicato nel paragrafo precedente ($n \leq 18$). In questo modo l'indice di danno è un numero compreso tra 0 e 1 vale. Più precisamente zero

nessun danno, viceversa varrà uno se il livello di danno è risultato grave in tutti i meccanismi possibili.

La mancanza di una sempre evidente natura sismica di alcuni stati fessurativi legati all'interazione suolo-struttura portato a considerare l'indice di danno come un'indicazione utile nella determinazione della vulnerabilità della chiesa.

E' importante sottolineare che è possibile ottenere una distribuzione statistica di tipo binomiale dell'indice di danno i_d , in base alla conversione riportata in Tabella 13, che trasforma tale variabile continua in un parametro discreto stabilendo una correlazione con i sei livelli di danno della scala EMS-98. In questo caso l'indice di danno assume anche il significato di danno medio(d_m) e quindi $i_d = d_m$.

Livello di danno "k"	Indice di danno " i_d "	Descrizione del danno strutturale
0	$i_d \leq 0,05$	Nessun danno: danno lieve solo in uno o due meccanismi
1	$0,05 < i_d \leq 0,25$	Danno trascurabile o lieve: danno lieve o moderato in alcuni meccanismi
2	$0,25 < i_d \leq 0,4$	Danno medio: danno moderato in molti meccanismi, con uno o due meccanismi attivati a livello medio
3	$0,4 < i_d \leq 0,6$	Danno grave: molti meccanismi attivati a livello medio, con alcuni meccanismi a livello grave
4	$0,6 < i_d \leq 0,8$	Danno molto grave: danno grave in molti meccanismi, con possibile crollo di alcuni elementi della chiesa
5	$i_d > 0,8$	Crollo: oltre i 2/3 della chiesa presentano un livello di danno corrispondente al crollo

Tabella 13 Conversione dell'indice di danno o danno medio in 6 livelli di danno k, descritti qualitativamente.

Tale trasformazione permette di ottenere, per aree con la stessa intensità Macrosismica, le matrici di probabilità di danno DPM (Damage Probabilistic Matrix), che sono in grado di rappresentare probabilisticamente il danno atteso sugli edifici di ciascuna classe attraverso istogrammi. E quindi nel caso di una analisi preventiva, così come sperimentato dalla regione Molise⁶², di poter

⁶² AA. VV. Regione Molise GNDT- INGV, *Mitigazione del rischio sismico dei centri storici e degli edifici di culto dell'area del Matese nella Regione Molise*, Pescara, 2001

utilizzare la distribuzione di probabilità di tipo binomiale definita dal solo parametro danno medio d_m appena definito (compreso tra 0 e 1) tramite la formula:

$$p_k = \frac{5!}{k!(5-k)!} d_m^k (1-d_m)^{5-k} \quad (23)$$

p_k è dunque la probabilità di avere un danno di livello $k = (0,1,2,3,4,5)$.

Di seguito a titolo di esempio nei grafici di Figura 21 e 22 si riportano, le matrici calcolate applicando la (23) per un indice di danno pari a 0,25 e 0,7 ottenendo, in accordo con la Tabella 13, i rispettivi livelli di danno.

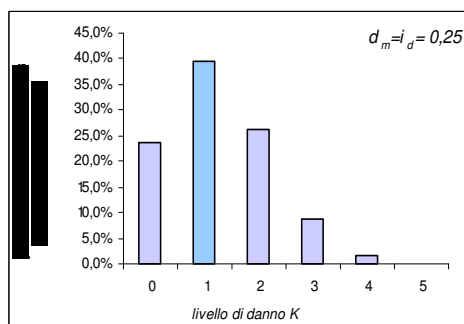


Figura 21

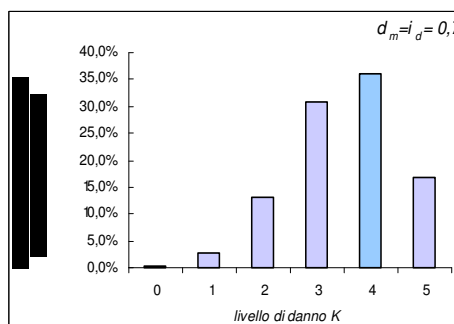


Figura 22

Nel caso di tipologie ricorrenti, come per le costruzioni religiose, si evince come tale modello proposto dagli autori non risenta in maniera sostanziale dell'area geografica dove viene applicato, permettendo un utilizzo affidabile in occasione di valutazioni territoriali del rischio sismico.

Infine, l'indice di danno risulta utile anche e soprattutto nella fase d'emergenza post-sisma, nel definire le opere di messa in sicurezza (si partirà in genere dalle chiese più danneggiate), nel programmare i primi interventi nonché nella pianificazione del recupero delle fabbriche danneggiate.

b) Indice di vulnerabilità

L'indice di vulnerabilità i_v è un numero compreso tra 0 e 1, e rappresenta la propensione della chiesa ad essere danneggiata dal terremoto. Tale indice è così definito:

$$i_v = \sum_{k=1}^{18} \frac{1}{2n - m} \cdot v_k \quad (24)$$

dove: v_k sono il numero di indicatori di vulnerabilità riscontrati nel k -esimo meccanismo (da 0 a 2); n è il numero di meccanismi che potenzialmente potrebbero essere attivati nella chiesa; m è il numero di indicatori di vulnerabilità per i quali non è stato possibile rilevare l'informazione o formulare un giudizio (per esempio certe zone della fabbrica, come il sottotetto, possono non essere ispezionabili, specie in emergenza). Anche in questo l'indice vale 1 nella situazione peggiore, ovvero quando per tutti gli indicatori a cui si è potuto dare risposta si è riscontrata una vulnerabilità.

In conclusione vi è da dire che questi indici vengono utilizzati in maniera differente a seconda che si voglia effettuare un'analisi di vulnerabilità sulle chiese di un territorio a fini preventivi o si rilevino i dati a seguito di un terremoto per la gestione dell'emergenza. Ovviamente essi non godono di alcun rigore scientifico o significato meccanico, ma la loro utilità consiste nell'essere parametri sintetici tramite i quali confrontare situazioni differenti, al fine di mettere insieme gruppi di manufatti di caratteristiche analoghe o stabilire gerarchie in funzione dei danni subiti o della vulnerabilità presunta nei riguardi dell'azione sismica.

Nella fase dell'emergenza è utile il solo *indice di danno*, in quanto la vulnerabilità è direttamente constatata a seguito dell'evento sismico; disporre di un indice di danno strutturale insieme alle altre informazioni raccolte, in particolare l'agibilità

consente di avere un quadro completo ed omogeneo dell'impatto prodotto dall'evento sul territorio e sulla chiese presenti. L'*indice di danno* risulta quindi utile nel definire le opere di messa in sicurezza (si partirà in genere dalle chiese più danneggiate), nel programmare i primi interventi (per ridare agibilità si comincerà dalle chiese con indice di danno più basso, in quanto la loro inagibilità è probabilmente associata a qualche problema localizzato) e nella pianificazione del recupero definitivo.

Volendo invece operare una strategia di prevenzione è utile l'*indice di danno*. In quanto l'obiettivo è quello di acquisire una conoscenza dei manufatti presenti su un dato territorio, con particolare riferimento alla loro propensione ad essere danneggiati dal sisma. In questo caso ha senso un'analisi di vulnerabilità e la conoscenza dell'indice come supporto per una futura strategia di prevenzione da attuare attraverso interventi di miglioramento sismico sui diversi manufatti. Analisi ovviamente che possono essere effettuate per ambiti territoriali vasti o per i singoli manufatti.

1.2.6.c L'indice di vulnerabilità nella valutazione del danno in termini probabilistici

A partire dai dati del danno delle varie chiese censite in passati terremoti, è stata cercata, da vari studiosi⁶³, una funzione che potesse legare il danno all'indice di vulnerabilità i_v e all'intensità macrosismica I .

La funzione trovata è la seguente:

$$d = 0,55 \cdot \{1 + \sin[(0,24 + 0,1 \cdot i_v) \cdot (I + 3,875 \cdot i_v - 9,575)]\} \quad (25)$$

che graficamente fornisce le seguenti curve di fragilità (Figura 23):

⁶³ AA.VV. GNDT- INGV, Mitigazione del rischio sismico dei centri storici e degli edifici di culto dell'area del Matese nella Regione Molise, Pescara 2001

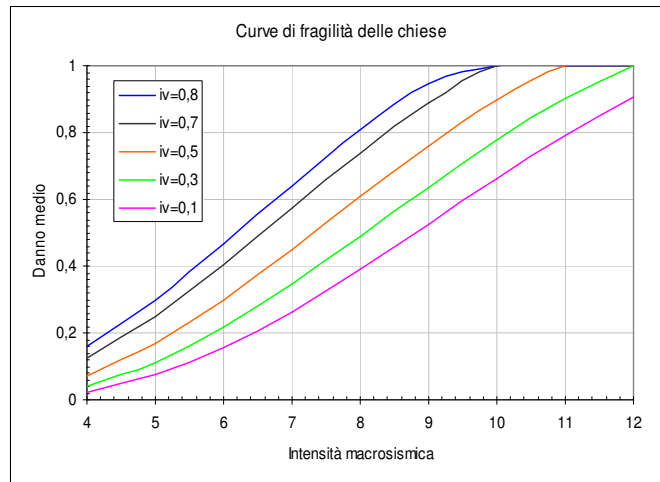
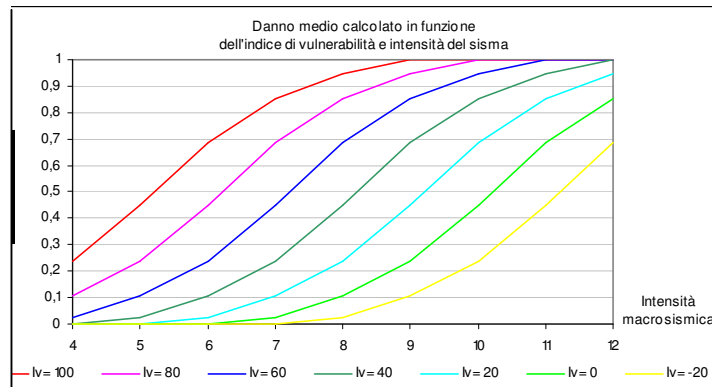


Figura 23 Curve di fragilità delle chiese calcolate con l'espressione (25)

Allo stesso modo è stato cercato⁶⁴ il legame tra il danno al variare della severità sisma e dell'indice di vulnerabilità degli edifici I_V ottenendo di fatto l'espressione di seguito riportata:

$$d = 0,5 + 0,45 \{ \arctan[0,55(I - 10,2 + 0,05I_V)] \} \quad (9)$$

avendo indicato con $\leq d \leq 1$ il danno medio, il grafico seguente ne mostra l'andamento calcolato per alcuni indici di vulnerabilità..



⁶⁴ S. Giovinazzi, S. Lagomarsino *Una metodologia per l'analisi di vulnerabilità sismica del costruito*, X Congresso Nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia", 2001

Infine nel grafico di Figura 24 si mettono a confronto le curve di fragilità delle chiese calcolate con la (25) con quelle degli edifici in muratura calcolate a loro volta con l'espressione (°)

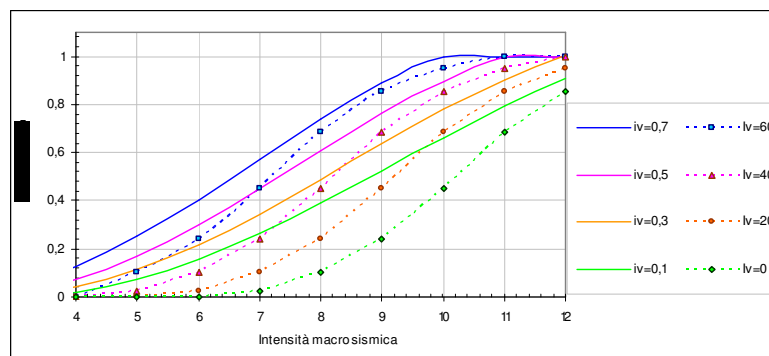


Figura 24 Curve di fragilità delle chiese (linea continua), a confronto con quelle degli edifici

Il raffronto permette di mettere in evidenza quello che in parte si intuisce. In occasione di terremoti di limitata intensità le curve di fragilità delle chiese mostrano valori di danno atteso maggiori rispetto a quelli degli edifici ordinari, la vulnerabilità intrinseca di tali costruzioni determina un danno anche per valori d'accelerazione sismica molto bassi. Tuttavia si nota che l'andamento dei due fasci di curve tende ad uniformarsi con l'aumento della severità del terremoto. Già per valori di intensità pari a VII-VIII esiste una previsione di danno abbastanza simile per entrambi le classi tipologiche di edifici. Questo dimostra come l'incremento di vulnerabilità che è intrinseco alle chiese per la loro particolare tipologia, perda importanza di fronte a terremoti significativi.

In conclusione la valutazione del danno atteso di una chiesa -in analogia con quanto già studiato per gli edifici ordinari in muratura- può essere determinata tramite le Matrici di Probabilità di Danno. Attraverso la formula (25), così come riportato in Tabella 14, si può costruire la matrice che fornisce per ogni valore

dell'indice di vulnerabilità e per ogni intensità sismica il corrispondente valore dell'indice medio di danno.

Indice di vulnerabilità " i_v " Intensità macrosismica " I "	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
V	0,0603	0,0738	0,0908	0,1120	0,1379	0,1692	0,2063	0,2498	0,2999	0,3568	0,4203
VI	0,1339	0,1567	0,1840	0,2165	0,2546	0,2985	0,3486	0,4047	0,4667	0,5341	0,6060
VII	0,2313	0,2640	0,3019	0,3453	0,3943	0,4489	0,5088	0,5734	0,6420	0,7131	0,7853
VIII	0,3470	0,3891	0,4364	0,4889	0,5462	0,6077	0,6727	0,7399	0,8079	0,8745	0,9376
IX	0,4743	0,5242	0,5786	0,6369	0,6983	0,7617	0,8257	0,8884	0,9476	1	1
X	0,6060	0,6610	0,7188	0,7786	0,8389	0,8980	0,9540	1	1	1	1
XI	0,7345	0,7908	0,8477	0,9037	0,9570	1	1	1	1	1	1
XII	0,8523	0,9056	0,9566	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabella 14 Matrice dei valori degli indici medi di danno

Quindi attraverso la formula (23) è possibile costruire per ogni valore di i_v e noto il valore dell'indice medio di danno corrispondente, una matrice che fornisce per ogni intensità sismica la probabilità che si verifichi un certo livello di danno "k".

Per esempio se $i_v=0,4$, si ha la seguente matrice delle probabilità:

$i_v=0,4$							
Intensità Macrosismica I	Livello di danno "k"	0	1	2	3	4	5
	Indice di danno medio						
V	0,1379	0,4762	0,3808	0,1218	0,0195	0,0016	5E-05
VI	0,2546	0,2301	0,393	0,2685	0,0917	0,0157	0,0011
VII	0,3943	0,0815	0,2653	0,3455	0,2249	0,0732	0,0095
VIII	0,5462	0,0193	0,1159	0,2788	0,3356	0,2019	0,0486
IX	0,6983	0,0025	0,0289	0,1339	0,3099	0,3587	0,166
X	0,8389	0,0001	0,0028	0,0294	0,1532	0,3989	0,4154
XI	0,9570	1E-07	2E-05	0,0007	0,0162	0,1804	1
XII	1	0	0	0	0	0	1

Tabella 15 Matrice delle probabilità dei livelli di danno "k" per $i_v=0,4$

Se invece è $i_v=0,7$ si ha la seguente matrice:

$i_v=0,7$							
Intensità Macrosismica I	<div> <div>Livello di danno "k"</div> <div>Indice di danno medio</div> </div>	0	1	2	3	4	5
V	0,2498	0,2376	0,3956	0,2635	0,0877	0,0146	0,001
VI	0,4047	0,0748	0,2541	0,3455	0,2349	0,0798	0,0109
VII	0,5734	0,0141	0,0949	0,2552	0,3431	0,2306	0,062
VIII	0,7399	0,0012	0,0169	0,0963	0,274	0,3898	0,2218
IX	0,8884	2E-05	0,0007	0,011	0,0874	0,3477	0,5533
X	1	0	0	0	0	0	1
XI	1	0	0	0	0	0	1
XII	1	0	0	0	0	0	1

Tabella 16 Matrice delle probabilità dei livelli di danno "k" per $i_v=0,7$

I risultati forniti da ciascuna di queste ultime matrici, ovvero i valori delle probabilità che si verifichi un certo livello di danno, possono essere ovviamente rappresentati per una immediata comprensione attraverso semplici istogrammi.

Per esempio con riferimento alla DPM di Tabella 15, costruita per un indice di vulnerabilità pari a $i_v=0,4$, viene di seguito rappresentato l'istogramma delle probabilità di danno riferito al VII grado di intensità macrosismica.

<div> <div>Livello di danno "k"</div> <div>Intensità "I"</div> </div>	0	1	2	3	4	5
VII	0,0815	0,2653	0,3455	0,2249	0,0732	0,0095

La lettura di questi istogrammi consente di ben evidenziare come al crescere dei gradi di intensità sismica per uno stesso indice di vulnerabilità aumenta la probabilità dei livelli di danno più alti.

Qui per esempio si confronta sempre riferito alla DPM di Tabella 14 il precedente istogramma con l'istogramma riferito al quinto rigo di Tabella 15, corrispondente all'intensità di grado IX , ed $i_v=0,7$.

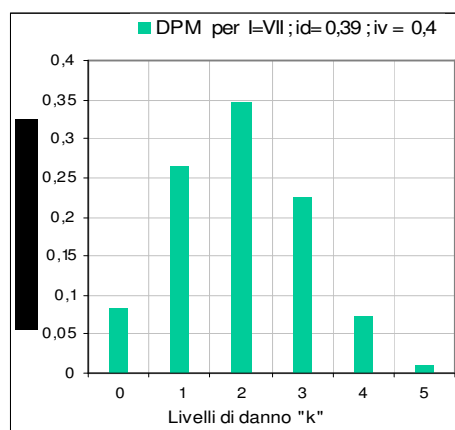


Figura 25 Istogramma riferito al quinto rigo della DPM di tabella 16.

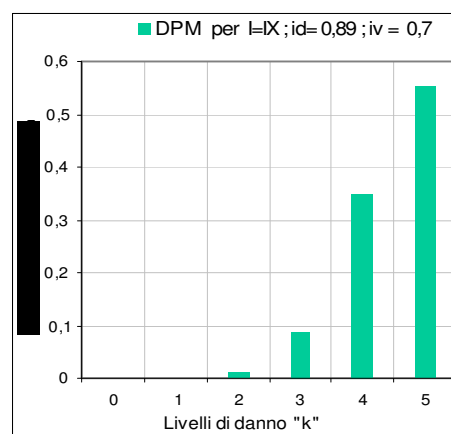
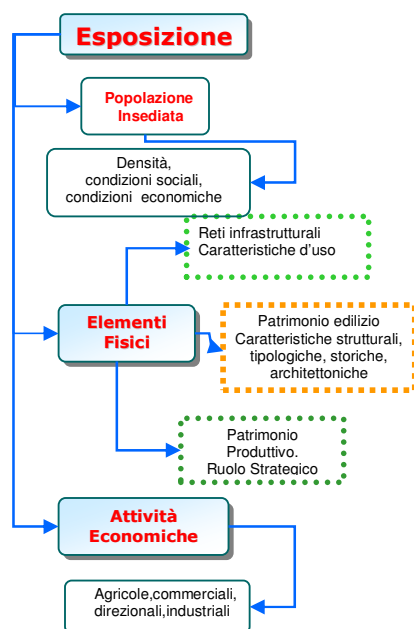


Figura 26 Istogramma riferito alla terza riga della DPM di tabella 15.

1.3 Valutazione della Esposizione

Come già detto, l'*esposizione* (E) di un'area è riferita alla natura, alla qualità e quantità dei beni esposti al rischio. Pertanto la stima della *esposizione* si traduce nella quantificazione dei manufatti (edifici, infrastrutture, etc.), delle funzioni e del numero di persone che saranno presumibilmente coinvolte dall'evento sismico, nonché nella valutazione della loro capacità di reazione. L'esposizione risulta dunque composta da una componente funzionale e da una di utenza.



Per descrivere completamente l'insieme degli elementi che concorrono a definire il rischio a cui una comunità è esposta, è necessario analizzare la distribuzione, la struttura e le condizioni socio-economiche della popolazione insediata; la quantità e le funzioni del patrimonio edilizio residenziale, pubblico e produttivo; il sistema delle infrastrutture; l'insieme delle attività economiche presenti e le relazioni dell'area esaminata con quelle circostanti.

E' evidente che una corretta valutazione dell'esposizione, sulla base di questi aspetti, risulta in genere estremamente complessa, lunga e costosa. Pertanto, per definire criteri di priorità per futuri interventi, solitamente si ricorre a procedure semplificate.

Una di dette procedure tiene conto degli aspetti relativi alla *esposizione* tramite la determinazione di un fattore, definito *indice di utenza* I_u , ottenuto come prodotto di

due ulteriori indici che sono l'*indice di utenza* I_u e quello *di funzione* I_f , pervenendo alla seguente espressione:

$$I_e = (I_u * I_f)$$

Più in particolare, come meglio si capirà in seguito, l'indice di funzione I_f è ricavato da considerazioni qualitative sulle funzioni esercitate all'interno dei diversi edifici, mentre quello di utenza I_u si ottiene da dati quantitativi riguardanti il numero di utenti e di operatori presenti negli stessi edifici.

1.3.1 L'indice di utenza

L'*indice di utenza* I_u è così definito:

$$I_u = (I_{ev}, I_{co})$$

L'indice I_{ev} misura le capacità comportamentali degli utenti presenti nell'edificio, ovvero la loro capacità di reazione. Le capacità comportamentali dipendono ovviamente dall'età degli individui (bambini e anziani), dalle condizioni fisiche (persone in tarda età, o non autosufficienti), dalla libertà di movimento degli utenti (caso di internati).

L'indice I_{co} (indice di affollamento) esprime invece la misura dell'affollamento dell'edificio tenendo conto del periodo di utilizzazione (indice Pu) e della densità di utenza (indice Du), pervenendo a:

$$I_{co} = Pu * Du$$

C'è da precisare che il periodo di utilizzazione viene definito dal rapporto tra il numero di ore annue di utilizzo e il numero totale di ore contenute in un anno ($24 \times 365 = 8760$ h), mentre la densità di utenza viene calcolata come rapporto tra il numero di utenti e il volume dell'edificio, sulla base delle notizie fornite dalle schede di censimento (in qualche caso si considera lo standard di 100 mc. per

utente). Il numero di piani dell'edificio influisce sulla facilità di evacuazione, a prescindere dalle caratteristiche degli utenti.

1.3.2 L'indice di funzione

L'indice di funzione I_f tende a quantificare dei giudizi di valore sull'importanza per la comunità della funzione svolta all'interno dell'edificio, sia nella fase di prima emergenza, sia nelle successive fasi fino alla ricostruzione.

Esso è dato dal prodotto di tre parametri:

- U_{e1} dipendente dalla destinazione d'uso che viene fatta dell'edificio in condizioni di prima emergenza,
- U_{e2} dipendente dall'uso in seconda emergenza
- B_u che caratterizza il bacino di utenza.

La stima dei valori da assegnare a questi parametri per ogni edificio si basa sulle esigenze della comunità colpita dall'evento.

In ogni caso, in relazione ai singoli parametri, i vari tipi di edificio vengono classificati come "essenziali", "importanti" e "rilevanti", attribuendo a ogni classe valori decrescenti degli indici. Per la destinazione d'uso in prima emergenza sono considerati "essenziali", e perciò hanno coefficienti alti, gli ospedali, i municipi e le comunità montane, le caserme e le sedi dei Vigili del fuoco, dei Carabinieri, del Corpo Forestale, della Pubblica Sicurezza, etc. Sono "importanti", e perciò hanno valori intermedi dei coefficienti, le scuole, gli autoparchi. Infine, vengono considerati "rilevanti", con valori minimi dei coefficienti, gli uffici giudiziari e le carceri, gli uffici amministrativi, le sedi postali, etc.

Per la destinazione d'uso in seconda emergenza non si considera soltanto la destinazione d'uso originaria di un edificio, ma anche la capacità di adattamento ad ospitare funzioni diverse; in tal caso sono considerati solo edifici "essenziali" e

“rilevanti”. Essenziali sono gli edifici destinati ad attività didattiche, gli ospedali, le case di cura e gli ambulatori, i municipi, gli autoparchi, le comunità montane, le caserme e le sedi degli organi preposti alla vigilanza e alla sicurezza. Rilevanti, invece, vengono considerati le sedi di uffici amministrativi, le poste, gli uffici giudiziari, etc.

1.4 Stima del rischio sismico

In generale gli aspetti da considerarsi per la stima del rischio sismico sono essenzialmente tre.

Un primo aspetto che chiameremo *rischio sismico del patrimonio edilizio* (R_{ed}), è quello riferito alla valutazione sia dei costi diretti di ripristino del patrimonio danneggiato, o di ricostruzione di quello irrecuperabile, sia dei costi indiretti connessi con il disagio creato dalla non disponibilità dei beni.

Un secondo aspetto, in qualche modo connesso al primo, che chiameremo *danno alle infrastrutture* (R_{in}), è quello riferito al danno economico per la perdita totale o parziale delle opere di urbanizzazione primarie e secondarie.

Il terzo aspetto che chiameremo *rischio sismico del sistema antropico* (R_{an}), comporta la valutazione delle perdite umane e dei feriti conseguenti all'evento sismico. Tali aspetti definiscono il *rischio sismico complessivo* (R_{tot}) del territorio oggetto di indagine che può essere così espresso:

$$R_{tot} = R_{ed} + R_{in} + R_{an} \quad (22)$$

Nel presente lavoro, si fa riferimento al solo rischio sismico del patrimonio edilizio.

1.4.1 Stima del rischio sismico per il patrimonio edilizio

Il *rischio sismico del patrimonio edilizio* (R_{ed}) viene calcolato come il valore economico del danno medio annuo provocato da futuri eventi sismici nell'ipotesi di ripristino del volume danneggiato.

In riferimento a quanto detto nei paragrafi precedenti per le definizioni di livello di danno (tabella 7), classe tipologica (tabelle 6) e classe di vulnerabilità (tabella 4), la stima dei danni al patrimonio edilizio (R_{ed}) -per esempio di un solo territorio comunale è valutato con riferimento alla (1) dalla seguente espressione:

$$R_{ed} = E \cdot \sum_T p[d_k | I, T] \cdot p_\tau[I] \quad (26)$$

Dove :

E indica l' esposizione del patrimonio edilizio, intesa come il volume totale dell'edificato per il comune oggetto di studio;

$p[d_k | I, T]$ indica la vulnerabilità edilizia dell'intero sistema urbano (danno medio comunale) calcolata come la probabilità condizionata del verificarsi di un livello di danno k , per effetto di un terremoto di prefissata l'intensità (I) e per una data classe tipologia T di edifici;

$p_\tau[I]$ è la probabilità che nel comune considerato si verifichi un evento nel tempo τ di intensità I , posta uguale alla frequenza annua di occorrenza ricavata dalle analisi di pericolosità descritte nel paragrafo 1.1.

Vi è da dire che il problema principale per la valutazione del *rischio edilizio* (R_{ed}) così come espresso dalla (26), consiste nell'acquisizione dei dati per l'attribuzione delle abitazioni alle rispettive tre classi di vulnerabilità A, B, C, in quanto gli unici

dati disponibili in maniera omogenea per il territorio oggetto d'indagine, sono quelli ricavabili dai censimenti ISTAT della popolazione.

Tali censimenti, come è noto, contengono una serie di indicatori correlabili alla vulnerabilità delle abitazioni ma, non essendo stati effettuati con questo scopo, presentano notevoli problemi di affidabilità e di completezza. Un possibile criterio di attribuzione alle classi di vulnerabilità (A, B, C,) è quello proposto dal Servizio Sismico Nazionale⁶⁵ e riportato in Tabella 17, dove il patrimonio edilizio è stato classificato in funzione della tipologia costruttiva, dell'età di costruzione e della classe di vulnerabilità.

GNDT	A%	B%	C%	ISTAT
muratura < 1915	50	45	5	muratura < 1919
muratura 1916-1942	20	60	20	muratura 1919-1945
muratura 1943-1962	10	45	45	muratura 1946-1960
muratura 1963-1975	2	20	78	muratura 1961-1975
muratura >1975	1	15	84	muratura 1976-1981
cemento armato	0	0	100	cemento armato

Tabella 17 Distribuzione delle percentuali di abitazioni nelle classi di vulnerabilità distinte per epoca di costruzione (tratta da SSN/RT/95/1)

Per valutare la probabilità condizionata $p[d_k | I, T]$ è possibile utilizzare direttamente o la scala MSK oppure le matrici di probabilità di danno (DPM)

L'utilizzo della scala MSK presenta da un lato il vantaggio di non essere legata ad una specifica realtà territoriale fornendo direttamente la frequenza dei diversi livelli di danno in funzione della tipologia e dell'intensità, dall'altro invece richiede delle assunzioni necessariamente soggettive in quanto -come si evince da quanto riportato nella Tabella 18- non è esaustiva. Ad esempio, per un'intensità del IX è specificato che crolla il 50% degli edifici di classe A con un livello di danno 5, ma non vengono fornite ulteriori indicazioni sul danneggiamento dei restanti edifici della stessa classe.

⁶⁵ F. Bramerini, G. Di Pasquale, G. Orsini, A. Pugliese, R. Romeo, F. Sabetta Rischio Sismico del Territorio Italiano. Proposta di una metodologia e risultati preliminari; SSN/RT/95/1 Aprile, 1995

Intensità	Classe di vulnerabilità delle abitazioni		
	A	B	C
V	5% danno 1	-	-
VI	5% danno 2 50% danno 1	5% danno 1	-
VII	5% danno 4 50% danno 3	50% danno 2 5% danno 3	50% danno 1 5% danno 2
VIII	5% danno 5 50% danno 4	5% danno 4 50% danno 3	5% danno 3 50% danno 2
IX	50% danno 5	5% danno 5 50% danno 4	5% danno 4 50% danno 3
X	75% danno 5	50% danno 5	5% danno 5 50% danno 4

Tabella 18 Percentuale di danneggiamento degli edifici, secondo la scala MSK 76.

Viceversa l'uso delle matrici di probabilità di danno forniscono direttamente per ogni classe di vulnerabilità, la probabilità che si verifichi un determinato livello di danno (ricordiamo espresso da 0= nessun danno, a 5= crollo totale) in funzione dell'intensità macrosismica. Il problema nel loro utilizzo consiste nel fatto che i dati forniti nel citato lavoro di Braga *et al.*, sono calcolati sulla base dei danni di una realtà territoriale specifica, ciò nonostante tale metodologia è preferibile in quanto i risultati che si otterranno saranno stimati per eccesso.

In conclusione volendo calcolare R_{ed} così come espresso dalla (26), è necessario preliminarmente stimare:

1. il volume edilizio totale della singola realtà comunale oggetto di studio (tramite dati ISTAT, ufficio tecnico comunale, etc.);
2. le distribuzioni degli edifici secondo le tre classi di vulnerabilità così come riportato in Tabella 15, e con l'impiego delle matrici di probabilità di danno calcolare, per ogni assegnata intensità sismica e classe di vulnerabilità, la percentuale di abitazioni che subiscono danno;

3. le frequenze annue dei valori di intensità macrosismica, ricavata con il metodo di Cornell così come descritto nel paragrafo 1.1.1

Infine per la determinazione della perdita economica diretta acquisiti i dati forniti dagli ultimi censimenti ISTAT inerenti le superfici delle abitazioni, si calcoleranno con riferimento ai costi medi nazionali per mq di superficie, i relativi costi medi rispettivamente per le:

- abitazioni da ricostruire integralmente (crollate),
- abitazioni da ripristinare (inagibili),
- abitazioni da riattare (mediamente danneggiate).

In conclusione il rischio sismico edilizio rappresenta una stima economica del danno medio atteso valutato come costo necessario per il ripristino della costruzione rapportato al costo della nuova costruzione.

Questa definizione ha il vantaggio di collegare direttamente il rischio al danno e alle conseguenze che un evento sismico può determinare agli effetti economici.

Capitolo II: Il caso studio: Laino Castello

L'osservazione degli effetti dei terremoti in Italia ha più volte evidenziato che il fattore determinante delle conseguenze prodotte in termini di vittime e di danni più che la severità degli stessi sismi è l'elevata vulnerabilità di gran parte del patrimonio edilizio e soprattutto quello dei centri storici.

I centri storici sono costituiti per la maggior parte da edifici in muratura, ma vi è da dire che il contesto nel quale essi si trovano, sia sotto il profilo storico-architettonico (valore del tessuto urbano, come patrimonio da conservare) che strutturale (interazione tra gli edifici che costituiscono un aggregato durante l'evento sismico), rendono necessario un approccio non solo puntuale sul singolo manufatto ma complessivo. Infatti in tutti i centri storici è presente un interessante "tessuto urbano" che contribuisce in maniera significativa alla caratterizzazione degli insediamenti e disegna la morfologia del paesaggio. Inoltre esso rappresenta, nell'insieme, un "bene monumentale" inteso come sommatoria di episodi costruttivi, di valori storico ambientali, sociali ed economici che va conservato e di cui bisogna tenere conto particolarmente nelle azioni di prevenzione legate agli eventi sismici. L'idea progettuale relativa alla seconda parte della presente ricerca, nasce proprio da questa consapevolezza e spiega il perché della scelta dell'antico Borgo Antico di Laino Castello (CS).

Tale scelta del caso studio è risultata da una serie di aspetti concomitanti:

- 1) il borgo è completamente disabitato a causa sia di eventi sismici che geologici
- 2) l'intero territorio del Comune ricade all'interno dell'area del Parco Nazionale del Pollino

- 3) il centro storico non presenta rimaneggiamenti
- 4) le emergenze storico-architettoniche e storico-ambientali sono di notevole interesse rappresentative di un bene culturale da non sottovalutare
- 5) non è ancora adeguatamente valorizzato;

Con riferimento a quanto detto, il presente lavoro si colloca nel filone degli studi per la valutazione della vulnerabilità strutturale indirizzata ad acquisire una conoscenza degli edifici presenti nell'area in oggetto stimandone il danno che si verificherebbe a seguito di un terremoto atteso.

La finalità è quella di offrire all'amministrazione pubblica possibili spunti per

- a. la pianificazione di eventuali interventi di miglioramento sismico sul costruito
- b. un possibile riuso del Borgo allo scopo di favorire uno sviluppo compatibile arrestando il fenomeno dello spopolamento ed incentivare possibili "ritorni".

E' stato necessario per la finalità prefissate sviluppare i seguenti aspetti intrinsecamente collegati tra loro.

Innanzitutto è stata svolta, come prima analisi, quella della sismicità storica del territorio della provincia di Cosenza: per avere un quadro complessivo del fenomeno sismico dell'intera area analizzando i dati storici di tutti i comuni ivi ricadenti; poi si è passati alla determinazione della pericolosità sismica del comune di Laino Castello valutata con approccio probabilistico.

Per quanto riguarda l'analisi degli edifici ordinari e di culto del Centro storico di Laino Castello è stata effettuata con un primo censimento speditivo che ha consentito da un lato di individuare alcune caratteristiche storico-architettoniche significative e dall'altro effettuare una selezione mirata degli edifici oggetto di successive rilevazioni di dettaglio.

La quantificazione del danno atteso per la valutazione della vulnerabilità degli edifici scelti come rappresentativi della realtà locale costruttiva, è stata ottenuta con i dati acquisiti tramite le schede di rilevamento di 1° e 2° livello. Dati che hanno consentito la determinazione delle curve di fragilità e di vulnerabilità. Infine si è valutato il rischio sismico complessivo.

2.1.Cenni storici, geologici e geomorfologici

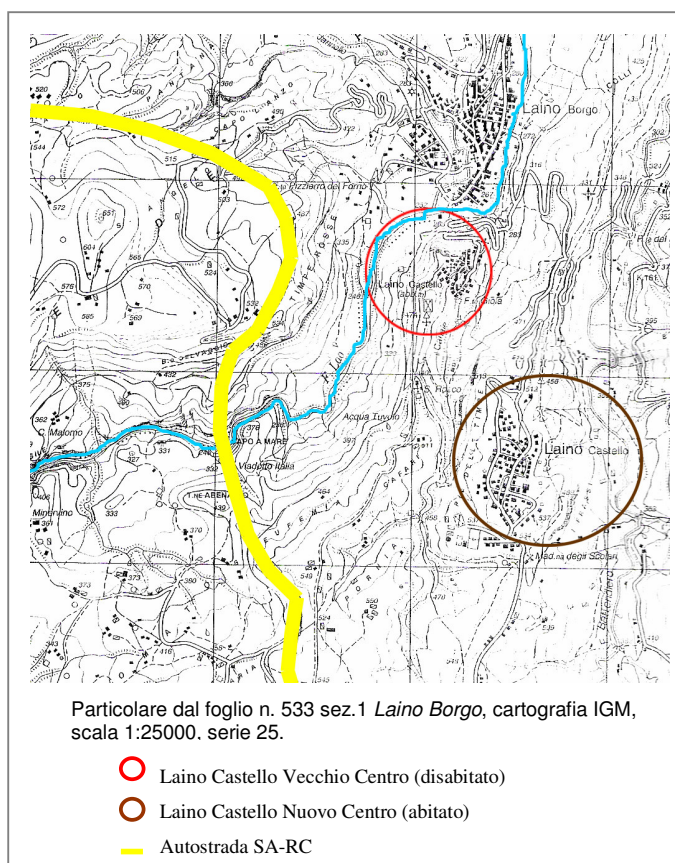


Figura 27

Il territorio comunale di Laino Castello (provincia di Cosenza), si estende su una superficie di 39,34 Km² e confina con i territori dei Comuni di Laino Borgo, Mormanno, Papasidero, Rotonda ed Aieta.

Il comune di Laino Castello è suddiviso in numerose contrade ; più precisamente 40

contrade rurali che

coprono la quasi totalità dello stesso territorio tutte più o meno abitate e distanti dal nuovo Centro (sito in località Pornia-Scolari) da un minimo di un Km fino ai circa 20 Km. In effetti su una popolazione residente di 901 abitanti, che vive

essenzialmente di agricoltura, soltanto 1/3 risiede effettivamente nel Nuovo Centro.

L'intero territorio comunale ricade all'interno dell'area del Parco Nazionale del Pollino con circa 1000 Ha all'interno della zona "1" di rilevante interesse naturalistico, paesaggistico e culturale con limitato grado di antropizzazione, la restante parte del territorio è in zona "2", di valore naturalistico, paesaggistico e culturale con maggiore grado di antropizzazione.

2.1.1 Cenni storici

La maggior parte degli studiosi ritiene che l'attuale Laino sia stata fondata dai superstiti di Lavinium -città romana che sarebbe stata individuata allo scalo di Orsomarso- in fuga dalla malaria e dalla popolazione della bassa e media valle del Lao scampata agli attacchi dei barbari. Pare comunque che in poco tempo, anche grazie alla posizione strategica che occupava, la città sia diventata potente: coniava monete i cui simboli erano il vitello, la colomba e l'aquila (ne è stata trovata traccia nelle località S. Gada e S. Primo in territorio di Laino Borgo) e aveva continui scambi commerciali.

Dal IV secolo a. C., dopo questo periodo di splendore durato circa due secoli, iniziò un'inesorabile fase di declino segnata anche dall'incendere dei Lucani animati da pressanti mire espansionistiche. La città si ridusse a un villaggio.

Le sue sorti iniziarono a risollevarsi soltanto sotto i Bizantini e grazie ai monaci basiliani, che iniziarono a impiantare nel territorio una serie di cappelle, chiese e monasteri, il centro crebbe d'importanza sia religiosa che culturale.

Nella prima metà del XIX secolo in località Santo Ianni, sono stati rinvenuti i resti di quello che sarebbe stato il monastero basiliano di S. Joanes di Cuzca (fondato tra il 900 e il 1000), insieme a dipinti, armi, monete dell'epoca repubblicana

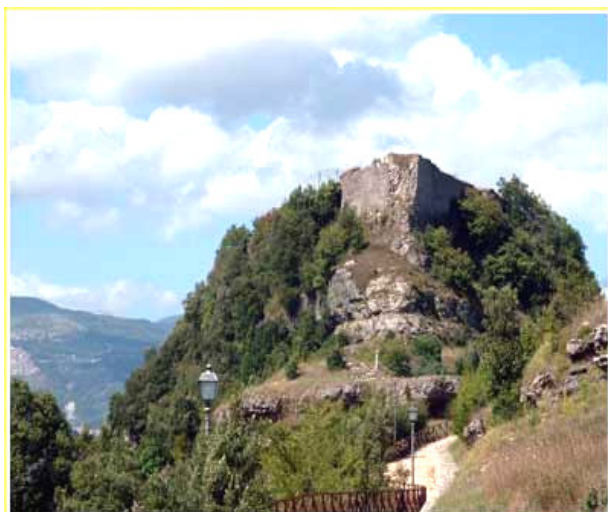


Figura 28

romana e dell'imperatore bizantino Teofilo. Furono i Longobardi invece, per strategia difensiva contro il nemico bizantino, a costruire sul colle S. Teodoro il castello (Castrum Layni) che divenne poi un importante gastaldato del principato di Salerno.

L'arrivo dei Normanni segnò

per il centro l'inizio delle successioni feudali. Primi signori furono i Chiaramonte che conservarono il dominio per tutto il periodo svevo. Nel XIII secolo Carlo I d'Angiò creò a Laino una piazzaforte militare che venne in seguito migliorata da Carlo II e, quindi, ceduta da Carlo III a Ruggiero di Lauria. Morto quest'ultimo, la fortezza e i suoi possedimenti passarono nel 1310 prima al figlio Berengario e poi alla figlia Flavia che la portò in dote al marito Enrico Sanseverino. Successivamente il castello fu restaurato e fortificato da re Ferdinando I che, nel 1488, lo sottrasse ai Sanseverino. Nel 1496 il capitano spagnolo Consalvo de Cordova espugnò con l'inganno la fortezza e vinse gli Angioini. Il borgo passò, dunque, sotto la dominazione aragonese e agli inizi del XVI secolo fu ceduto da Federico I al suo consigliere e parente Ferrante de Cardenas, con il titolo di marchese di Laino. I De Cardenas (che mantennero il feudo fino alla legge eversiva del 1806; ultima feudataria fu Maria Giuseppa) appoggiarono sempre la causa spagnola e respinsero diversi attacchi dei Francesi che volevano impossessarsi del castello. Nel 1529, i lainesi, per decisione della marchesa

madre Sidonia Caracciolo (vedova di Alfonso de Cardenas), respinsero gli attacchi del capitano francese Simone Tebaldi Romano, conte di Capaccio. Nel maniero in quel momento erano ospitati i reduci della disfatta di Cosenza.

Sotto il regno borbonico il paese partecipò fervidamente alle mutazioni civili e sociali. Dopo la caduta dei Borboni, però, l'esercito francese riuscì a occupare il territorio. Nel 1860 il borgo accettò, con un plebiscito, l'annessione al Regno di Sardegna. Fino al 1982 i lainesi hanno abitato nel centro storico arroccato sul colle S. Teodoro.

Nel 1960 a seguito di movimenti franosi, con decreto⁶⁶ del Ministro dei LL.PP. in data 03.06.1960, fu stabilito che l'abitato di Laino Castello venisse *trasferito in un altro luogo*. Provvedimento che verrà eseguito solo dopo il sisma del 21.03.1982 (zona epicentrale nel Golfo di Policastro) che causò ulteriori danni all'abitato. La popolazione abbandonerà definitivamente le proprie case (intorno al 1985) trasferendosi su un pianoro poco distante sito in località Pornia–Scolari dove già erano state realizzate da parte della Regione Calabria, i necessari alloggi.

⁶⁶ Decreto Ministeriale 3 giugno 1960: trasferimento dell'abitato di Laino Castello, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 192 del 06-08-1960

2.1.2 Caratteri geologici

L'abitato di Laino Castello, attualmente in stato di abbandono, ricade in sinistra idrografica della parte medio alta del bacino del fiume Lao, sulle ripidi pendici di un colle di quota massima circa 440 m s.l.m.. Esso è costituito da una cresta allungata in direzione NNE_SSW che rappresenta la prosecuzione di un rilievo più elevato (470 m s.l.m.) ad orientazione circa N-S, sul quale gravano i ruderi dell'antico Castello.

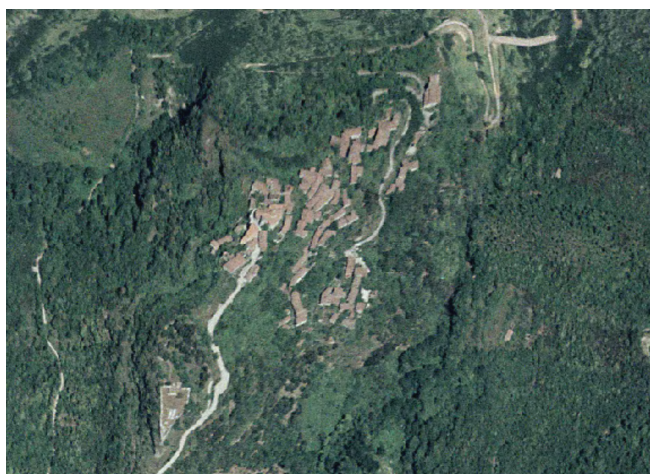


Figura 29 Foto aerea del Vecchio centro di Laino Castello

Il rilievo appartiene al dominio geologico rappresentato dal confine occidentale di un vasto bacino lacustre del Quaternario ora estinto (bacino del Mercuri), i cui risentimenti sono profondamente incisi dai reticoli idrografici di corsi

d'acqua quali il fosso Canale, i fiumi Battendiero e Mercure, ecc., tutti confluenti nel fiume Lao, rispetto al quale il rilievo di Laino Castello funge da spartiacque.

Il nucleo abitato sorge sul ripido pendio generatosi nei depositi continentali fluvio-lacustri terrazzati (conosciuti come depositi del bacino lacustre del Mercuri) che, nell'area urbanizzata, sono costituiti da terreni generalmente conglomeratici e sabbioso-conglomeratici del Pleistocene medio.

Gli affioramenti conglomeratici sono più omogenei e cementati nella parte alta del versante del tipo granulosostenuti a legante calcareo, con stratificazione immergente verso NE da suborizzontale ad inclinata fino a 10° e con

intercalazioni di sabbie debolmente cementate e di arenaree generalmente tenere. Nella parte medio bassa del rilievo gli affioramenti conglomeratici assumono un aspetto più massivo e meno cementato, con elementi ciottolosi di maggiori dimensioni e con una maggiore frequenza delle intercalazioni sabbiose e sabbiose-conglomeratiche a cementazione variabile. Sono altresì presenti. Nella parte basale nord-occidentale, lenti limoso-argillose.

Al piede dei versanti del colle compaiono accumuli detritici di origine colluviale su una parte dei quali poggia un settore dell'abitato stesso.

2.1.3 Lineamenti geomorfologici e condizioni di stabilità

Il rilievo di Laino Castello è scandito da una successione di balze determinate dall'erosione differenziale tardo-aternaria sugli strati conglomeratici più consistenti, alternati, come detto, a sottili livelli sabbioso-conglomeratici o sabbioso-limosi meno cementati e, quindi, più erodibili.

Conseguono profili longitudinali e trasversali del rilievo ad andamento gradinato in cui i tratti pseudorizzontali, sede dell'edificato, corrispondono generalmente ai livelli più sciolti mentre i raccordi subverticali costituiscono le testate delle bancate conglomeratiche più cementate e compatte.

In linea generale l'assetto urbanistico è stato condizionato dalle caratteristiche morfologiche del rilievo, occupando inizialmente la cresta –più stabile nella sua estensione- e tutte le balze perimetrali del medesimo rilievo, fra cui anche quelle di antichi movimenti gravitativi. In uno di questi la spianata dell'antico corpo di frana (testata di frana) è stata parzialmente occupata da un altro rione del centro abitato. L'antico movimento gravitativo ora citato, del tipo scorrimento rotazionale, avente estensione planimetrica di 100x50 m ed oggi da ritenersi sostanzialmente stabile, è stato probabilmente innescato nel quaternario da fenomeni di

scalzamento al piede indotti dal Fosso il Casale, il cui corso ha subito uno spostamento verso NW in conseguenza di un altro antico e vasto movimento di frana verificatosi nel versante opposto in destra idraulica, che però non interferisce con l'abitato.

Nel versante opposto nord-occidentale, prospiciente il fiume Lao, non distante dalla chiesa di S. Teodoro, si riscontra un'altra scarpata di antica deformazione, anch'essa riconducibile ad uno scorrimento rotazionale, dove in prossimità del fiume Lao sono presenti accumuli di masse detritiche da ulteriore disfacimento del corpo di frana non interagenti in alcun modo con l'edificato.

Ad oggi quest'ultima deformazione sembra aver raggiunto una configurazione stabile.

In relazione alla stabilità del paese si legge da un primo studio fatto da A. Guerricchio⁶⁷ *“si precisa che le caratteristiche litotecniche intrinseche delle rocce su cui fonda l'abitato del vecchio centro storico di Laino Castello, sono generalmente buone ed il sito è privo di fenomeni gravitativi consistenti, tuttavia si evidenzia uno stato fessurativo causato da vecchie frane in grado di favorire sfttamenti e crolli di dimensioni non rilevanti”*.

In seguito l'Amministrazione Comunale al fine di rimuovere il vincolo di impraticabilità del vecchio centro storico di Laino Castello ricadente al momento in zona R4, ha predisposto ulteriori studi specifici⁶⁸ finalizzati alla identificazione delle condizioni di stabilità dei luoghi che hanno permesso di conseguire il seguente risultato di seguito riferito: *“dagli esiti dei sondaggi geognostici e*

⁶⁷ A. Guerricchio, L. Merenda, R. Mastromattei *Studio geologico e geotecnico relativo al sito del vecchio centro storico di Laino Castello (CS)*, Ottobre , 2002, relazione consultata presso l'ufficio tecnico del comune di Laino Castello –nuovo centro-.

⁶⁸ A. G. Porco, A. Guerricchio, C. Vizza, L. Merenda, F. De Diego *Progetto inerente la rimozione del vincolo di impraticabilità del vecchio centro storico di Laino Castello -Progetto Definitivo-2003*, relazione consultata presso l'ufficio tecnico del comune di Laino Castello –nuovo centro-.

nucleari, delle letture inclinometriche, delle indagini geofisiche, non ci sono al momento situazioni di incipiente pericolo, pertanto si è ritenuto opportuno predisporre interventi di stabilizzazione e bonifica al fine di riconsiderare la zonazione delle aree previste dal PAI Calabrese”

Gli interventi al quale si fa riferimento sono in sintesi i seguenti: disboscamento, bonifica del letto e sponda del fiume, realizzazione di briglie e palizzate, realizzazione di paratie con pali, protezione con rete e perforazioni armate, ed altro ancora. Da quanto su esposto si evince che il già citato decreto di trasferimento dell'abitato di Laino Castello è derivato non soltanto dalla criticità del contesto geologico, geomorfologico e geotecnico dell'abitato, di per sé non insanabile, ma anche dalla fatiscenza di buona parte dell'abitato stesso e della necessità di interventi infrastrutturali di risanamento igienico-sanitario. Inoltre prima del decreto di trasferimento era stata prospettata, anche la possibilità del consolidamento dello stesso centro abitato.

2.2 Descrizione del patrimonio edilizio



Figura 30 Veduta del vecchio centro di Laino Castello

L'abitato si presenta abbarbicato al livello su cui è fondato, con un tessuto urbanistico tipicamente rupestre a sviluppo prevalentemente "verticale", con case, vie, piazze, ed orti che si susseguono sfalsati verticalmente.

Le abitazioni sono talvolta appoggiate alle pareti rocciose e/o in parte scavate in esse. Tale disposizione "a gradinata" dell'abitato ne fa un insieme urbanistico singolare, dove spesso il tetto a falda di una casa si trova all'altezza del piano di



fondazione della casa adiacente e



dove molte costruzioni sorgono al limite di scarpate, alcune delle quali costituiscono il ciglio di antiche frane.

La maggior parte dell'edificato del vecchio centro di Laino Castello, destinato quasi esclusivamente ad uso abitativo, è costituito da edifici a tre livelli di cui



il primo livello seminterrato con destinazione di magazzino, dove venivano svolte anche attività per la trasformazione dei prodotti agricoli, mentre il primo e il secondo piano sono adibiti rispettivamente a zona giorno e notte.

I solai intermedi sono tutti realizzati in legno.

L'abitato è di origine longobarda, e quindi medioevale, anche se al suo interno è possibile

incontrare costruzioni risalenti agli anni 70 del '900. Ciò comporta una notevole eterogeneità delle tecniche costruttive: nella maggior parte dei casi le strutture verticali sono in pietra sbozzata con

tessitura orizzontale, ma non mancano buone murature realizzate in tufo locale od anche murature miste, costruite con pietre sbozzate di diversa pezzatura alternate a mattoni. Ancora a discapito di queste murature c'è da dire che molto



spesso i paramenti murari sono o semplicemente accostati o debolmente ammorsati. Molto interessante è poi la struttura dei tramezzi, localmente detti “clichici”, dal nome dato agli arti posteriori delle rane: la struttura interna è realizzata con un’intelaiatura in canne che conferisce particolare elasticità all’organismo.



La maggior parte dei palazzi signorili presentano portali con stemmi gentilizi scolpiti in pietra locale. Per la notevole fattura tre di questi, opera di una bottega di lapicidi locali e datati

inizio XIX secolo, sono sotto il vincolo della Intendenza delle Belle Arti (1980).



2.3 Analisi della sismicità storica del territorio

L'analisi della sismicità storica è uno degli strumenti necessari per individuare le aree in cui si sono avuti risentimenti sismici e per analizzare i caratteri di ricorrenza ed intensità con i quali tali fenomeni hanno colpito il territorio.

A tal fine, sono stati estratti dal *Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1997*⁶⁹ (d'ora in poi tale testo verrà citato come *CFTI/3*) gli eventi con intensità macrosismica all'epicentro maggiore o uguale ad VIII MCS, che hanno prodotto risentimenti significativi nella provincia di Cosenza. Ciò ha consentito di individuare per ogni evento significativo le informazioni di seguito riportate in Tabella.19, dove :

- nella prima e seconda colonna si riportano la data (anno, mese, giorno) e l'ora in cui è accaduto l'evento (ora, minuti, secondi);
- nella terza e quarta colonna la latitudine e longitudine dell'epicentro;
- nella quinta colonna l'intensità epicentrale I_0 misurata in gradi MCS;
- nella sesta colonna la massima intensità macrosismica I_{max} in gradi MSC;
- nella settima colonna le zone epicentrale;
- nella ottava colonna una stima della magnitudo equivalente (Me);
- nella nona colonna il numero di località in cui è stato registrato il risentimento (*siti*);
- nell'ultima colonna vi sono riportati il numero di testi che ne fanno riferimento (rif.).

⁶⁹ Istituto Nazionale di Geofisica (ING) Storia Geofisica Ambiente (SGA), Boschi E. et al. *CFTI Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1997*, Bologna, 2000.

<i>Data</i>	<i>Ora</i>	<i>lat.</i>	<i>lon.</i>	<i>lo</i>	<i>lmax</i>	<i>Area epicentrale</i>	<i>Me</i>	<i>Siti</i>	<i>rif</i>
0951 -- --	-- -- --	39.57	16.63	9.0	9.0	Rossano	5.9	1	9
1184 05 24	-- -- --	39.43	16.25	9.0	9.0	Valle del Crati	5.9	7	69
1638 03 27	15 05 --	39.03	16.28	11.0	11.0	Calabria	6.9	206	249
1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	9.5	10.0	Crotonese	6.7	40	249
1767 07 14	01 05 --	39.38	16.28	8.5	8.5	Cosentino	5.6	8	31
1783 02 05	12 -- --	38.30	15.97	11.0	11.0	Calabria	6.8	357	1380
1783 02 06	-- 20 --	38.22	15.63	8.5	9.5	Calabria meridionale- Messina	6.4	8	1380
1783 02 07	13 10 --	38.58	16.20	10.5	10.5	Calabria	6.5	192	1380
1694 09 08	11 40 --	40.88	15.35	10.5	11.0	Irpinia-Basilicata	6.8	254	276
1783 02 07	13 10 --	38.58	16.20	10.5	10.5	Calabria	6.5	192	1380
1783 03 01	01 40 --	38.77	16.30	9.0	9.5	Calabria centrale	5.9	18	1380
1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	Calabria	6.9	323	1380
1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	Crotonese	6.5	78	653
1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	Cosentino	5.9	34	264
1836 04 25	-- 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	Calabria settentrionale	6.2	46	150
1836 11 20	07 30 --	40.15	15.78	8.0	9.0	Basilicata meridionale	6.3	17	61
1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	Cosentino	6.1	89	419
1857 12 16	21 15 --	40.35	15.85	11.0	11.0	Basilicata	6.9	337	353
1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	Cosentino	6.1	56	123
1887 12 03	03 45 --	39.57	16.22	8.0	9.0	Calabria settentrionale	5.5	142	188
1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	Calabria	6.8	827	787
1907 10 23	20 28 19	38.13	16.02	8.5	9.0	Calabria meridionale	6.0	271	265
1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	Calabria meridionale- Messina	7.1	787	613
1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	Calabria settentrionale	5.7	151	392
1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	Calabria settentrionale	5.7	151	392
1930 07 23	-- 08 --	41.05	15.37	10.0	10.0	Irpinia	6.7	511	467
1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	Calabria centrale	5.8	254	65
1978 04 15	23 33 47	38.12	15.02	8.0	8.0	Golfo di Patti	5.8	333	46
1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	Irpinia-Basilicata	6.8	1319	137
1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	Golfo di Policastro	5.5	126	19

Tabella 19 Forti terremoti che hanno interessato la provincia di Cosenza , estratti dal Catalogo CFTI/3.

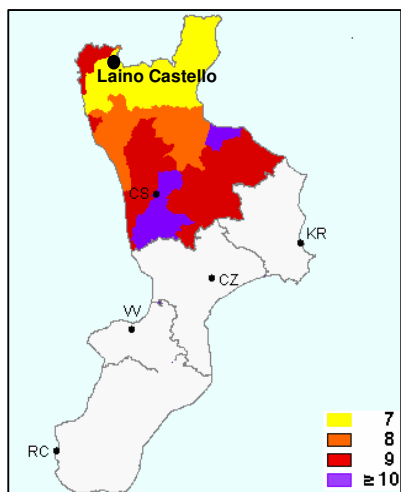


Figura 31 Mappa delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni della provincia di Cosenza

Inoltre dallo stesso catalogo CFTI/3, per ogni comune della provincia di Cosenza (in totale 155 comuni), sono stati estratti i dati degli eventi che hanno dato luogo a risentimenti negli stessi comuni (i dati raccolti sono riportati in Appendice alla Tabella. A). In seguito con riferimento agli ultimi due secoli -in quanto in tale periodo storico le registrazioni risultano essere più attendibili- si sono individuate le massime intensità macrosismiche degli eventi

occorsi nei comuni della provincia di Cosenza (riportati in Appendice Tabella. B) e ciò ha permesso di elaborare una mappa (Figura31) dei massimi risentimenti osservati nel territorio oggetto dell'indagine.

Tale mappa, che ha come riferimento il territorio comunale della provincia di Cosenza, è stata elaborata involupando numericamente i massimi risentimenti degli eventi registrati di ciascun comune. I risultati così ottenuti sono in pieno accordo con la mappa delle *Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani* (1996) di D. Molin, et. Alt.

Infine nella Tabella. C riportata in Appendice, si è messo a confronto, per ciascuno comune con riferimento alla vecchia normativa, il grado di sismicità s e la categoria sismica corrispondente C , mentre con riferimento all'ordinanza n. 3274/03 le nuove zone di appartenenza.

2.4 Stima della pericolosità sismica col metodo probabilistico

Per l'analisi di pericolosità sismica la metodologia alla quale si è fatto riferimento è quella di Cornell.

In base a quanto detto al paragrafo 1.1.1, la valutazione della pericolosità sismica del comune di Laino Castello è stata svolta secondo i punti di seguito brevemente descritti e avendo scelto come parametro rappresentativo della severità del sisma la magnitudo.

1. Zonazione Sismogenetica

Per l'individuazione della zona sismogenetica del comune di Laino Castello si è fatto riferimento alla zonazione ZS4 (fig.1), dalla quale risulta che Laino Castello ricade nella zona sismogenetica denominata ZS 64.

2. Catalogo sismico

E' stato utilizzato il catalogo NT4.1 *Un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno*. Da tale catalogo -costruito in stretta connessione con tale zonazione ZS 4-, si sono tratti i dati riguardanti gli eventi sismici generatisi nell'area oggetto di indagine, riportati in modo completo in Appendice insieme alla relativa tabella delle abbreviazioni, mentre la tabella seguente è riferita ai soli dati utilizzati:

Ye	Mo	Da	Ho	Mi	Ax	Lat	Lon	Sz	Ms
1200					POLLINO	40.000	16.083	64	66
1708	01	26			POLLINO	39.900	16.200	64	52
1894	05	28	20	15	POLLINO	39.970	16.063	64	50
1946	04	03	17	01	M.PALANUDA	39.800	16.000	64	44
1980	03	09	12	03	SARACENA	39.833	16.133	64	41

Eventi sismici generatisi nella Zona sismogenetica ZS 64; dati estratti dal Catalogo NT4.1

3. Legge di Ricorrenza

Per la ZS 64 , con riferimento ai periodi di completezza descritti in precedenza, è stata effettuata una regressione⁷⁰ ai minimi quadrati della distribuzione cumulata delle classi di magnitudo. In accordo con la relazione di Gutenberg e Richter si è ottenuto per la zona sismogenetica ZS 64 la seguente espressione:

$$\log(N) = 0,069 - 0,64 * M \quad (27)$$

la cui rappresentazione grafica è di seguito rappresentata in Figura 32.

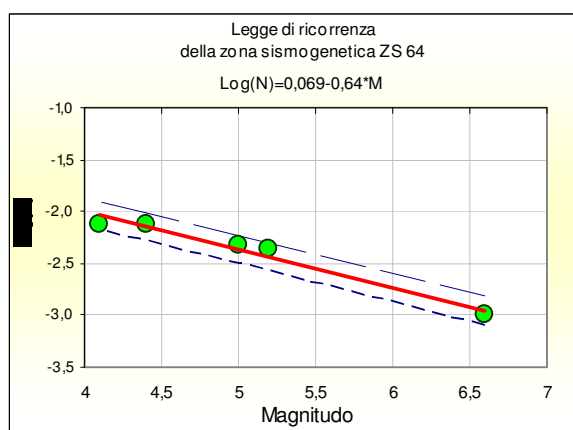


Figura 32

Inoltre alla legge è stata associata un'incertezza di risultato espressa in termini di intervallo di confidenza i cui limiti (riportati in tratteggio nella Figura 32) sono assunti paralleli alla stessa legge di ricorrenza. L'espressione, posta nella formula semplificata, dell'intervallo di confidenza vale:

$$\log(N) = a - b \pm \alpha \sigma$$

dove $\sigma = 0,00254$ è appunto la deviazione standard calcolata su tutto il campo dei valori su cui è stata effettuata la regressione.

⁷⁰ La regressione ha come obiettivo quello di individuare la retta che meglio si adatta ai dati.

Ricavati i coefficienti $a=0,069$ e $b=0,64$ è stato possibile calcolare per ciascun valore di magnitudo M_i il numero medio annuo di occorrenza dei terremoti nella zona ZS 64, cioè la frequenza annua degli eventi sismici il cui risultato è rappresentato nel grafico seguente:

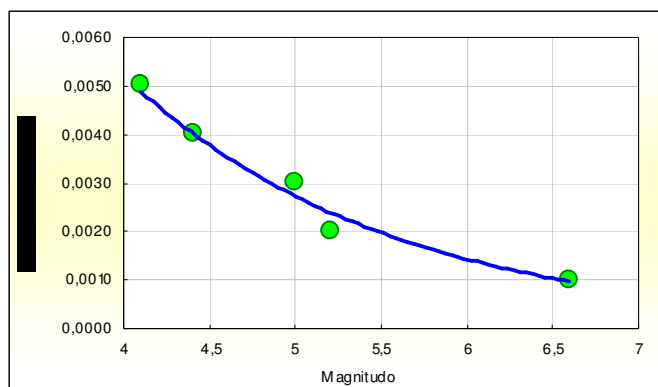


Figura 33 Numero medio annuo di occorrenza dei terremoti nella zona sismogenetica ZS 64, calcolati con la legge G-R dai dati del catalogo NT4.1

4. Distribuzione statistica degli eventi sismici

La distribuzione statistica degli eventi sismici per la zona ZS 64 è stata considerata con riferimento al modello poissoniano così come esposto in precedenza (paragrafo 1.1.1.c), ottenendo quanto di seguito descritto.

Combinando la relazione di ricorrenza calcolata per la ZS 64 con l'espressione (5) è stato possibile ottenere, fissata una probabilità di eccedenza del 10% in $t=50$, il periodo di ritorno (T) di un evento sismico nonché la magnitudo dello stesso, così come si può evincere sia dalle espressioni seguenti che dal grafico di Figura 34:

$$T = -\frac{t}{\ln(1-0,1)} = -\frac{50}{\ln(1-0,1)} = 475 \text{anni} ;$$

$$M = \frac{\ln a + \ln T}{b} = 5,4$$

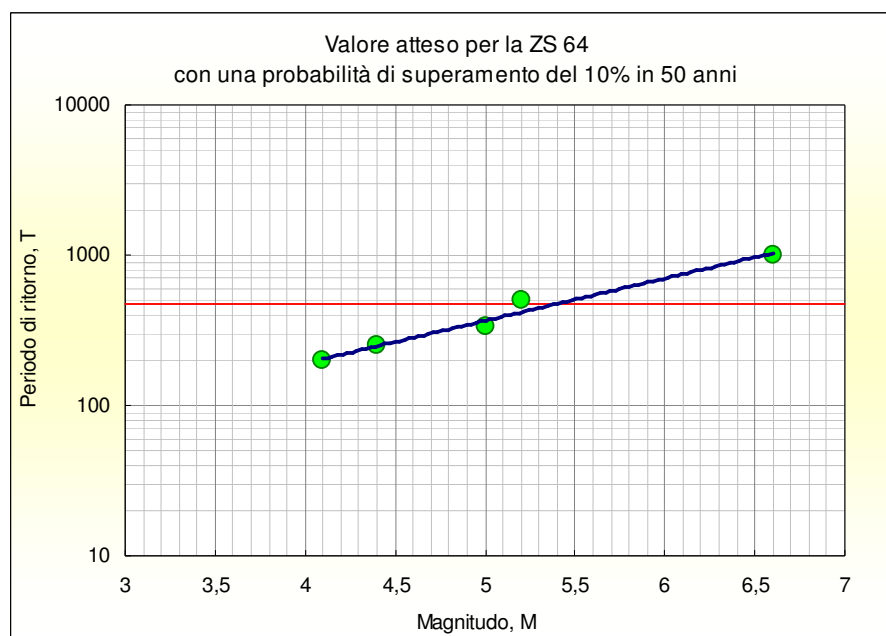


Figura 34

5. Leggi di attenuazione

La stima della pericolosità è stata effettuata scegliendo come evento significativo quello massimo generatosi nella ZS 64 cioè quello di magnitudo $M=6.6$ avvenuto ad una distanza di 130 km dal sito di Laino Castello; come parametro l'accelerazione massima del suolo (PGA) e come legge di attenuazione quella di Sabetta e Pugliese per suoli rigidi (9). I risultati sono sintetizzati nella Tabella 20, mentre nel grafico di Figura 35 se ne riporta la curva di attenuazione.

DATI						
Laino	Castello	Epicentri degli eventi sismici generati nella ZS 64			Distanza epicentrale	Valore atteso nella ZS 64
lat	lon					
39,95	15,97	lat	lon	Ms	d (km)	M
		40	16,08 3	6.6	130	5.4
						PGA
						0,027

Tabella 20 Valore atteso al sito di Laino Castello con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, calcolato con la legge di attenuazione di Sabetta e Pugliese

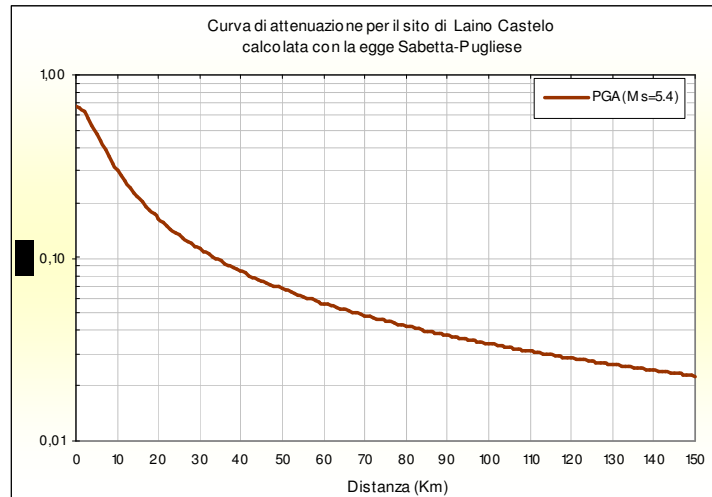


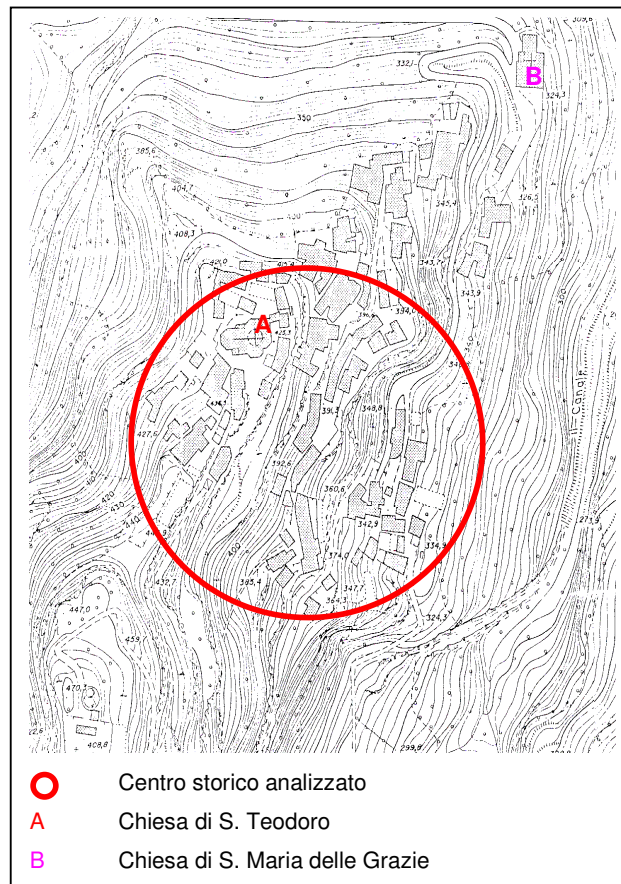
Figura 35

In conclusione la pericolosità sismica di Laino Castello risulta la seguente:

- il valore atteso di un evento sismico per la zona sismogenetica ZS 64, con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, è di magnitudo pari a $M=5.4$
- e che di conseguenza l'accelerazione massima al suolo attesa per il sito di Laino Castello calcolata con la legge di attenuazione di Sabetta e Pugliese vale $PGA=0,027$ (intensità macrosismica circa $I=6$). e che tale valore con riferimento alla n.3274 del 20 marzo 2003 è da ritenersi valore di progetto.

2.5 Stima della vulnerabilità del costruito

Per quanto riguarda il rilievo della vulnerabilità del costruito l'attenzione si è concentrata sui manufatti ubicati intorno alla chiesa di S. Teodoro rilevata anch'essa.



Tale scelta è maturata solo dopo un preventivo censimento speditivo usando la scheda elaborata dal GNDT, denominata Check-List (riportata in Appendice)

Il rilievo con la Check-List è stato eseguito su un campione significativo costituito da 45 comparti (la quasi totalità), da due chiese (San Teodoro e Santa Maria delle Grazie) e cinque cappelle private. Ciò ha consentito non solo la conoscenza dei luoghi e delle emergenze storico-architettoniche ma al contempo di individuare gli edifici più rappresentativi della realtà costruttiva locale per successive rilevazioni di dettaglio.

2.5.1 Strumenti di rilievo

Gli strumenti di rilievo utilizzati sono stati la scheda denominata Check-List (riportata in Appendice) per il già citato censimento speditivo, le schede di 1° e 2° livello per il rilevamento dell'esposizione e della vulnerabilità degli edifici e quella per il rilievo della vulnerabilità e del danno alle chiese.

La check-list è divisa in 3 sezioni.

Prima sezione

La prima sezione contiene i dati generali che si riferiscono al Comune in cui è ubicato il bene; in questa sezione vengono fornite indicazioni cartografiche (numero, foglio e tavoletta della carta IGM in scala 1:25.000), viene specificato se il bene ha localizzazione territoriale o urbana, indicata la località o l'indirizzo in cui si trova ed inseriti i riferimenti fotografici.

Seconda sezione

La seconda sezione contiene i dati riguardanti la parte relativa alle informazioni ricavate "a vista" e informa tramite alcuni indicatori sull'accessibilità al sito e all'edificio, sulla morfologia del terreno, sullo stato di consistenza, sullo stato di conservazione e sull'utilizzo dell'oggetto così come di seguito precisato.

Lo stato di conservazione del manufatto viene così definito:

- 0: buono, rappresenta un edificio conservato in uno stato relativo di efficienza e che ha subito opere recenti di manutenzione;
- 1: mediocre, individua un debito manutentivo medio, coperture ancora efficienti, ma un inizio di degrado di altri elementi strutturali o di parti accessorie;

- 2: cattivo, è segno di un debito manutentivo elevato ed un degrado diffuso accompagnato dall'entrata in crisi del sistema delle coperture o delle strutture resistenti, o anche danni gravi non attribuibili al sisma;
- 3: pessimo, indica crolli parziali o ruderi.

L'accessibilità al sito viene così descritta:

- 0: con auto facile, ad indicare la prossimità ad un percorso carrabile agevole per i soccorsi
- 1: con auto difficile, ad indicare la prossimità ad un percorso carrabile che può presentare delle difficoltà per i soccorsi, ad esempio strettoie, sterrati, dislivelli pronunciati della sede carrabile;
- 2: a piedi <100 metri, ad indicare che l'accesso al manufatto non è di tipo carrabile ma prossimo ad un percorso carrabile;
- 3: a piedi > di 100 metri, ad indicare che l'accesso non è di tipo carrabile ed è difficilmente raggiungibile per la lontananza da percorsi carrabili.

L'accessibilità all'edificio viene così distinta:

- 0: ad indicare che l'edificio è sempre accessibile in quanto privo di elementi che ne impediscono l'accesso (infissi, recinzioni, ecc.) o incustodito
- 1: ad indicare edifici custoditi.

L'utilizzazione dell'edificio viene così caratterizzata:

0: non utilizzato; 1: utilizzato; 2: parzialmente utilizzato.

La posizione dell'edificio viene così descritta:

0=3 lati a contatto; 1=isolato; 2= 1 lato a contatto; 3= 2 lati a contatto

Terza sezione

La terza sezione contiene informazioni da rilevare presso gli enti preposti alla tutela o presso quelli proprietari del bene: viene indicata la presenza di vincoli

specifici sul bene o sull'area, la natura della proprietà, la presenza o meno di informazioni bibliografiche. Questa sezione è importante perché da essa possono essere ricavate alcune indicazioni sul valore del bene. Tutti questi dati costituiscono la parte cosiddetta "non a vista".

In particolare l'uso della scheda Check-List ha permesso di ricavare informazioni utili per una preliminare valutazione sia della vulnerabilità che dell'esposizione. Più precisamente la vulnerabilità con i dati sulla: *posizione, stato di conservazione, consistenza* dell'edificio; l'esposizione con i dati sulla: *utilizzazione e proprietà* del bene ed *accessibilità al sito*.

Mentre le schede 1° e 2° livello hanno permesso oltre all'individuazione dell'indice di vulnerabilità puntuale degli edifici oggetto di indagine anche una serie di dati utili per una possibile esecuzione degli interventi di miglioramento sismico come: le principali caratteristiche tipologiche degli edifici (numero piani, superficie, utilizzazione, età di costruzione..);

- a) possibili indicatori di vulnerabilità urbana (posizione edificio, presenza di solai sfalsati, altezza, piani, regolarità in pianta ed elevazione;
- b) le principali caratteristiche costruttive degli edifici (collegamenti strutture verticali e orizzontali, tipo strutturale...);

Mentre con i dati censiti con la scheda per il rilievo del danno e della vulnerabilità alle chiese opportunamente elaborati hanno permesso:

- c) la valutazione del danno –indice di danno-
- d) la valutazione della vulnerabilità -indice di vulnerabilità-

Da questo strumento, possono essere tratte, non solo indicazioni utili in una fase d'emergenza ma anche suggerimenti per la fase più problematica della ricostruzione nonché indicazioni per futuri presidi sismici.

2.5.2 Rilievo dello stato di fatto degli edifici

Si precisa che sia per l'individuazione che per la denominazione degli edifici si farà riferimento alla cartina riportata in Figura 36 .

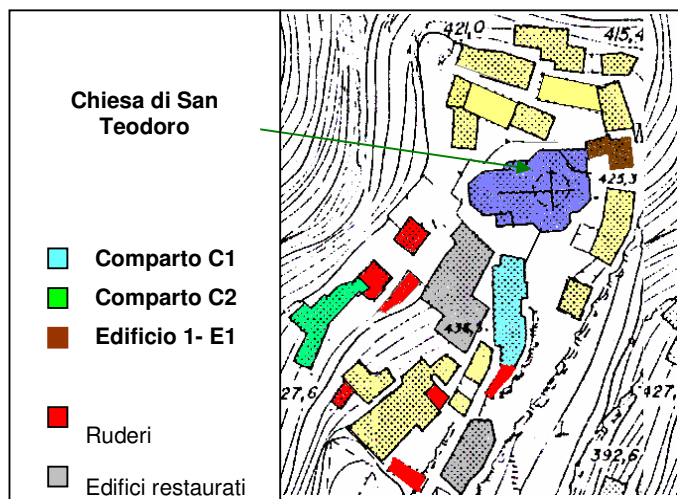


Figura 36

Dove si è inteso con Comparto C1, Comparto C2, Edificio1- E1, e chiesa di S. Teodoro edifici censiti con le apposite schede di rilevamento e correlate anche di elaborati grafici e note tecniche.

I rilievi completi sono riportati in Appendice (Tavola.1:Comparto C1; Tavola.2: Comparto C2; Tavola.3: Edificio1- E1 ; Tavola. 4: Chiesa di S. Teodoro) mentre i rimanenti edifici sono stati censiti solo con le apposite schede di rilevamento.

2.5.2.a Comparto C1

Il comparto C1 è una costruzione in muratura caratterizzata da cinque corpi (o edifici) aventi ciascuno in comune un muro di spina; complessivamente il comparto ha una estensione planimetrica di circa 180 m²



Il primo corpo è costituito da due parti fuori terra: l'altezza dell'interpiano è di 2,10 m per il piano terra e di 3,35 m per il restante piano. Anche il secondo corpo è costituito da due piani fuori terra con altezza d'interpiano di 2,55 m per il piano terra e 2,75 m per il secondo piano. Il terzo corpo, è invece costituito da tre piani, in cui il primo ha un'altezza di 2,05 m, il secondo di 1,85 m e l'ultimo di 2,55 m.

Il quarto corpo è costituito da tre piani fuori terra: l'altezza di interpiano è rispettivamente di 2,18 m per il piano terra, 1,80 m per il piano e 2,55 per il secondo. Il quinto e ultimo corpo è caratterizzato da tre piani la cui altezza è rispettivamente di 1,85 m, 1,30 m e 2,50 m (Figura 37).

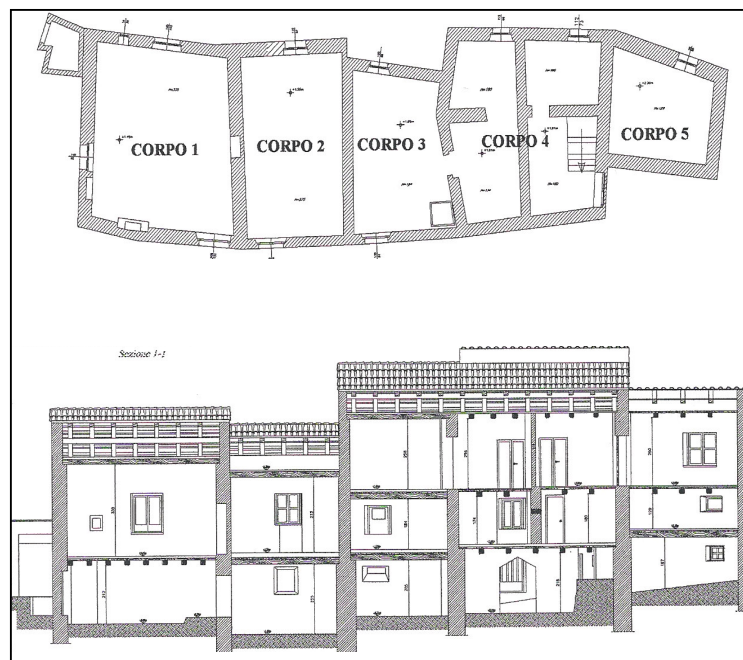


Figura 37

I solai di interpiano dei differenti corpi sono in legno, con le travi principali disposte parallelamente al lato minore e quelle secondarie ad esse ortogonali. Al disopra delle travi secondarie, parallelamente al lato minore dell'ambiente, sono disposte tavole di assito di spessore di cm 5. Lo spessore complessivo del solaio è di circa 25 cm. Alcuni solai sono provvisti di pavimento, altri solo del massetto. L'interasse dei muri disposti parallelamente alle travi principale del solaio del corpo 1 è di m 5,50 al piano terra e 6,60 al primo piano; quello dei muri del corpo 2 è rispettivamente di 6.75 m e di 6.90m; quello dei muri del corpo 3 è di 5.60 m al piano terra e 5.85 per i restanti livelli; quello del corpo 4 è di 5.50 m per il piano terra e di 2,80 m per il primo (sono presenti due solai poggianti sullo

stesso muro) e 5,80 m per l'ultimo piano; infine, nell'ultimo corpo è di 3.30 m al piano terra e di 4.00 m per i restanti piani. Lo stato dei solai è per la maggior parte di essi in condizioni critiche per il degrado degli elementi portanti, anche perché lo stato di abbandono del comparto li ha resi vulnerabili agli agenti atmosferici e all'azione di muffe e funghi.

Copertura

La copertura dei primi quattro corpi è a doppia falda (aventi la stessa linea di colmo i corpi 1, 2 e 3) con pendenza di circa 45%. La copertura dell'ultimo corpo è completamente mancante ed doveva essere ad un'unica falda.

La struttura portante è realizzata con travi orizzontali a sezione rettangolare (arcarecci) poggianti su muri trasversali distanti non più di 6-7 metri. Sugli arcarecci sono disposti i correnti anch'essi di sezione rettangolari.

Lo stato della copertura è in più parti dissestato sia per il crollo di porzioni della struttura portante sia per la mancanza dei coppi il che ha messo a nudo la struttura stessa. Inoltre sono quasi del tutto assenti pluviali e discendenti.

Tutto ciò ha contribuito al degrado delle murature e dei solai intermedi.

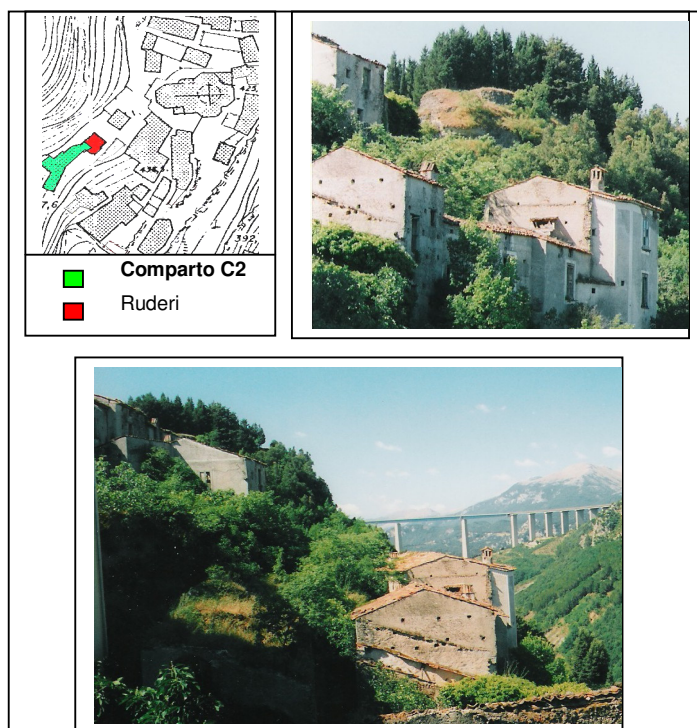
Murature

La muratura è realizzata con elementi di pietra di provenienza locale legati da malta a base di un legante aereo (calce aerea) impastata con aggregati calcarei.

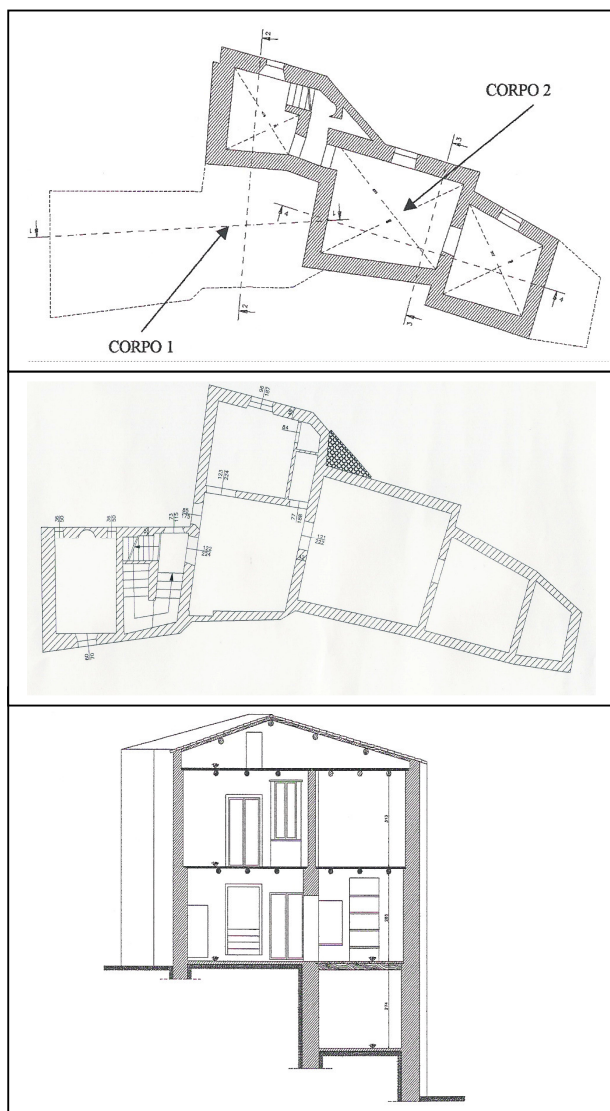
Lo spessore dei muri esterni hanno spessore variabile tra i 50 e i 70 cm per quanto riguarda il piano seminterrato, mentre a piano terra e al primo piano hanno rispettivamente dimensioni 40- 55 cm e 40-50 cm. Alcune zone dell'edificio, specialmente nel prospetto ovest, sono prive di intonaco e spesso intaccate da patine biologiche e vegetazione; nelle parti in cui è assente l'intonaco sono visibili elementi di laterizio o pezzi di coppi.

2.5.2.b Comparto C2

Il comparto C2 è anch'esso realizzato in muratura ed ha una estensione di circa 140 mq. Esso può essere letto come l'unione di due corpi aventi un muro di spina in comune e sfalsati di 2,70 m.



Il primo corpo è caratterizzato da due piani fuori terra, con altezza d'interpiano di 2,90 per il primo piano e di 3,00 per il secondo. Il secondo corpo è costituito



invece da tre piani fuori terra di altezze rispettivamente 2,70, 2,85 e 3,10 m. (Figura 38). Il comparto possiede diversi ingressi e aperture che conducono ad differenti ambienti. Anche in questo comparto la maggior parte delle aperture, sono sprovviste di infissi anche se vi è sempre presente un architrave realizzato con assi di legno. Il secondo corpo è costituito invece da tre piani fuori terra di altezze rispettivamente 2,70, 2,85 e 3,10 m.

Figura 38

Solai

I solai sono simili a quelli descritti per il comparto C1 con spessore complessivo del solaio è di circa 30 cm ed alcuni di essi sono provvisti di pavimento, altri solo

del massetto. Quasi tutti i solai dei sottotetti sono completamente crollati, mentre gli altri a causa dello stato di abbandono presentano muffe e tarli il che ha compromesso notevolmente la loro capacità portante.

Coperture

La copertura è una struttura abbastanza complessa in quanto sono presenti numerose falde. Il primo corpo ha una copertura ad un'unica falda con pendenza circa del 43%; il secondo corpo è coperto da falde doppie e singole. Il tratto a falda unica ha pendenza uguale a quella del corpo 1 ed è unita a questa dalla linea di colmo. La copertura a doppia falda ha una pendenza del 43% e copre la zona più bassa. Lo stato complessivo è abbastanza dissestato anche perché alcune zone sono prive dei coppi il che ha causato un forte deterioramento della struttura portante costituita al solito da travi di legno la cui luce è oscillante fra i 5 e i 6 metri

Murature

La muratura ha caratteristiche analoghe a quelle descritte per il comparto 1. Per quanto riguarda lo spessore dei muri si è rilevato che esso è variabile fra i 55 e gli 85 cm per i piani interrati, di i 45 e i 60 cm per i piani terra e, infine, tra i 30 e i 40 cm per i sottotetti. Parti della muratura sono interessate da lesioni di una certa entità.

2.5.2.c Edificio1- E1

L'edificio 1 è in muratura ed è composto da due corpi aventi un muro in comune. Il primo corpo, in cui è situato l'ingresso principale dell'edificio, è costituito da due

piani fuori terra, con altezza interpiano di 3.05m per il piano terra e di 2.65m per l'altro piano. Il secondo corpo, invece, è composto da tre piani con altezze interpiano rispettivamente di 2,80; 3,20 e 3,05m.

Le aperture sono in larga parte prive di infissi e presentano architravi in legno, alcuni dei quali risultano incurvati a causa del sovrappeso soprastante.



Solai

Il solaio di interpiano del primo corpo, sicuramente realizzato in epoca più recente, è in putrelle a doppio T di acciaio e laterizi, con un interasse delle putrelle di circa 1,20 m, mentre i solai di interpiano del secondo corpo sono in legno ed hanno uno spessore di circa 35 cm. 8 (Figura 39).

A causa del degrado e dello stato di abbandono già riscontrati per i precedenti comparti, i solai sono in uno stato molto precario.

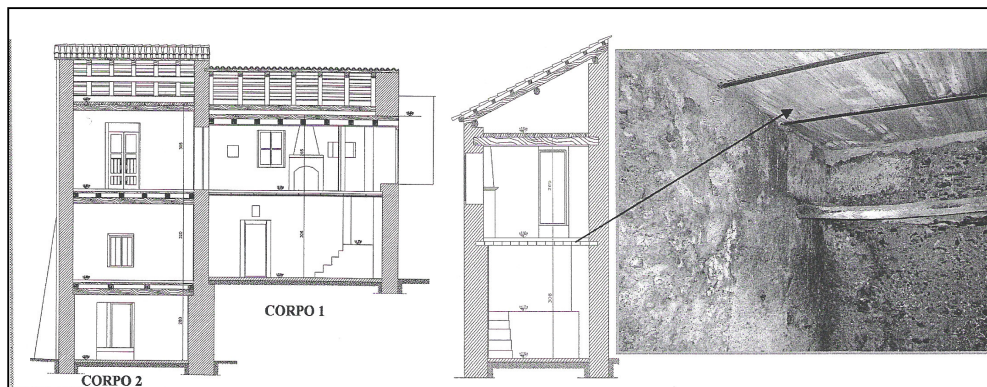


Figura 39

Coperture

La copertura del corpo 1 è ad una falda con pendenza del 43% circa. L'orditura è costituita da arcarecci, correnti e tavolati di legno. Il manto di copertura è realizzato in coppi di laterizio. La copertura del secondo corpo è invece a doppia falda con pendenze del 58% circa. L'interasse dei muri di sostegno delle travi principali è al più 4-5 m. La copertura si presenta in più parti dissestata, sia per crolli parziali del solaio, sia per l'assenza di coppi di protezione alle intemperie.

Murature

La muratura è realizzata con elementi di pietra calcarea informe ed ha caratteristiche analoghe a quelle già descritte per il comparto 1. Per quanto riguarda le dimensioni dei muri si ha che: i muri esterni del corpo 1 del piano terra hanno spessore variabile fra 55 e 80 cm e al piano superiore pari a 55 cm; i muri esterni del corpo 2 del piano terra hanno spessore di 55; esiste altresì un muro di 120 cm, ma tale spessore è dovuto alla presenza terminale di un contrafforte; il muro in comune tra i due corpi ha uno spessore di 90 cm al piano terra mentre al di sopra di detto piano ha una risega di circa 40 cm. Infine, sempre al piano terreno, ci sono tramezzi di spessore di 20 centimetri realizzati con mattini forati.

2.5.3 Determinazione della vulnerabilità edilizia

La vulnerabilità del patrimonio edilizio di Laino Castello è stata stimata sia con l'uso delle DPM che con la determinazione delle curve di fragilità, usando a tale scopo i dati censiti con le schede di 1° e 2° livello del GNDT.

Le elaborazioni svolte sono state finalizzate a caratterizzare il campione rilevato in termini di attribuzione alle diverse classi di vulnerabilità (approccio di I livello) e di indice di vulnerabilità (approccio di II livello). Poiché tale campione è risultato rappresentativo della realtà costruttiva di Laino Castello le valutazioni di vulnerabilità puntuali così ottenute sono state estese a tutta la realtà costruttiva. A tale scopo particolare attenzione è stata posta nella determinazione dell'indice di vulnerabilità, per individuare possibili correlazioni tra i due approcci e per avere un risultato unico.

Di fatto si sono prima ripartiti i manufatti in tredici tipologie strutturali in base a quelle più frequenti, poi le stesse, rispetto alla qualità muraria, sono state raggruppate in tre classi di vulnerabilità, mentre i dati relativi al numero di edifici, epoca di costruzione ed altro sono stati ricavati dall'ultimo censimento ISTAT del 2001. Infine la correlazione *intensità-vulnerabilità-danno* è stata valutata comparando i risultati ottenuti con le *matrici di probabilità di danno* con quelli ricavati dalla elaborazione dei dati ottenuti della scheda di 2° livello ovvero con *l'indice di vulnerabilità*. Di seguito se ne chiarisce la metodologia adottata per il raggiungimento dei risultati.

2.5.3.a Attribuzione delle classi di vulnerabilità per l'uso delle DPM

L'utilizzazione delle DPM per la valutazione della vulnerabilità degli edifici, così come descritte nel paragrafo, richiede la definizione di una tipologia edilizia individuata da due parametri: Tipologia Verticale (TV) e Tipologia Orizzontale (TO).

Per poter classificare gli edifici in questione nelle tredici tipologie necessarie per l'utilizzo delle DPM si è adottato il criterio per il quale ogni edificio è rappresentativo dalle tipologie verticali ed orizzontale più frequenti tra quelle presenti ai vari piani. In sostanza si sono determinate tutte le varie combinazioni (TV, TO) rilevate ai vari piani e si è scelta quella presente con maggiore frequenza.

Di fatto si è effettuata un'operazione che possiamo definire di sintesi⁷¹ rispetto alle definizioni *tipologia strutturale* così come riportate nella scheda di 1° livello alla sezione 7 e questo ha permesso di trovare le equivalenze da adottare per la classificazione delle tipologie verticali ed orizzontali in relazione sia alla qualità dell'apparecchio murario che alla tipologia strutturale caratteristiche della realtà costruttiva di Laino Castello.

La qualità delle murature è stata valutata in base ad una preliminare indagine speditiva che ha portato alla seguente classificazione:

- Muratura di Qualità Scadente

⁷¹ Un'operazione di questo tipo è stata già svolta per la valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici della città di Potenza e viene utilizzata nel presente studio caratterizzandola rispetto all'ambito comunale di cui si occupa la presente ricerca.

M. Dolce, M. Marino, A. Masi, M. Vona (2000), Seismic Vulnerability Analysis and Damage Scenarios of Potenza Town, *International Workshop on Seismic Risk and Earthquake Damage Scenarios of Potenza*, Potenza.

- Muratura di Media Qualità
- Muratura di Buona Qualità

che è risultata sostanzialmente simile a quella utilizzata dagli autori per la costruzione delle DPM:

- Muratura in pietrame non squadrato
- Muratura in pietre squadrate
- Muratura in mattoni o blocchi.

Tale classificazione ha permesso di adottare le equivalenze tra tipologie verticali (Tabella 21) ed orizzontali (Tabella 22) rispetto ai dati della scheda per l'uso delle DPM.

Tipologia Verticale- Materiale (tra parentesi l'indice della scheda 1° livello del GNDT sez.7)	Tipologia Strutturale
Sacco(A) Pietra sbazzata(C) Pietra arrotondata(E)	Muratura di qualità scadente
Come sopra con rinforzi (B,D,F) Mattoni forati(M)	Muratura di media qualità
Blocchi di tufo o Pietre ben squadrate(G) Mattoni pieni o multiforme (L) Blocchi di calcestruzzo (inerti pesanti H, leggeri D) Mista (T)	Muratura di qualità buona
Telai in c.a. non tamponati(P) Telai con tamponature deboli (Q) o consistenti (R)Pareti in c.a (O)Pareti di calcestruzzo armato (N)	Calcestruzzo armato

Tabella 21 Equivalenza tra tipologie verticali della scheda GNDT e le DPM

Tipologia Orizzontali-Schema strutturale (tra parentesi l'indice della scheda 1° livello sez.7 del GNDT)	Tipologia Strutturale
Volte(F) Miste volte-solai(H) Volte con catene (G) Miste volte solai con catene(I)	Volte
Legno spingenti (M) Miste spingenti(S) Legno (A) Legno poco spingenti (N) Legno con catene (B) Legno a spinta eliminata (O)	Solai in legno
Acciaio spingenti (Q) Putrelle e voltine o tavelloni (C) Putrelle e voltine o tavelloni con catene (D) Acciaio non spingenti (R)	Solai con putrelle
Laterocemento (E, P)	Solai in calcestruzzo armato

Tabella 22 Equivalenza tra tipologie orizzontali della scheda GNDT e le DPM

Stabilite le corrispondenze così appena descritte, l'attribuzione della classe di vulnerabilità A, B, C, ai singoli edifici secondo la scala macrosismica MSK , è stata definita secondo la classificazione riportata in Tabella 23.

In tale tabella si è mantenuta la distinzione tra edifici in muratura e in c.a. appartenenti alla classe C, classificandoli rispettivamente con Cm edifici con elementi in c.a o riattati ed con C edifici completamente costruiti in c.a.

Vi è da dire che la sostanziale assenza di strutture antisismiche, rende perfettamente congruente la considerazione delle sole tre classi A, B, C così come definite della scala MSK .

STRUTTURE VERTICALI STRUTTURE ORIZZONTALI	Muratura di qualità scadente	Muratura di media qualità	Muratura di buona qualità	Calcestruzzo armato
Sistemi a volte o misti	A	A	A	/
Solai in legno con o senza catene	A	A	B	/
Solai in putrelle con/senza catene	B	B	Cm	/
Solai o solette in c.a.	B	Cm	Cm	C

Tabella 23 Identificazione delle tre classi di vulnerabilità combinazioni delle tredici tipologie strutturali verticali ed orizzontali

Inoltre dai dati forniti dall'ufficio tecnico del comune di Laino Castello si è appreso che il numero degli edifici costruiti prima del 1900 e fino al 1975 è di 165, di questi più della metà nelle contrade dello stesso comune. Gli edifici del centro antico (in totale sono 67, senza contare quelli già crollati o in fase di crollo) sono per la maggior parte di due piani e in muratura portante. I pochi esempi di edifici in cemento armato sono riferiti a costruzioni di tipo rurale ubicate in diverse campagne. Dai dati così acquisiti, dai vari sopralluoghi effettuati, nonché dai dati dell'ultimo censimento ISTAT(2001) sono state definite le attribuzioni percentuali alle tre classi di vulnerabilità così come riportato nella seguente tabella:

Dati ISTAT	Numero edifici	A%	B%	C%
muratur < 1919	27	50	45	5
muratura 1919-1945	45	20	60	20
muratura 1946-1961	65	10	45	45
muratura 1962-1975	28	2	20	78
Totale edifici	165	30	74	61

Tabella 24

A questo punto per ciascuna classe di vulnerabilità A, B, C, e per ciascun grado di intensità ($I=5,6,7,8,9,10$) è possibile descrivere l'intera distribuzione della probabilità di danneggiamento del patrimonio edilizio di Laino Castello tramite le DPM. Di seguito se ne riporta il risultato.

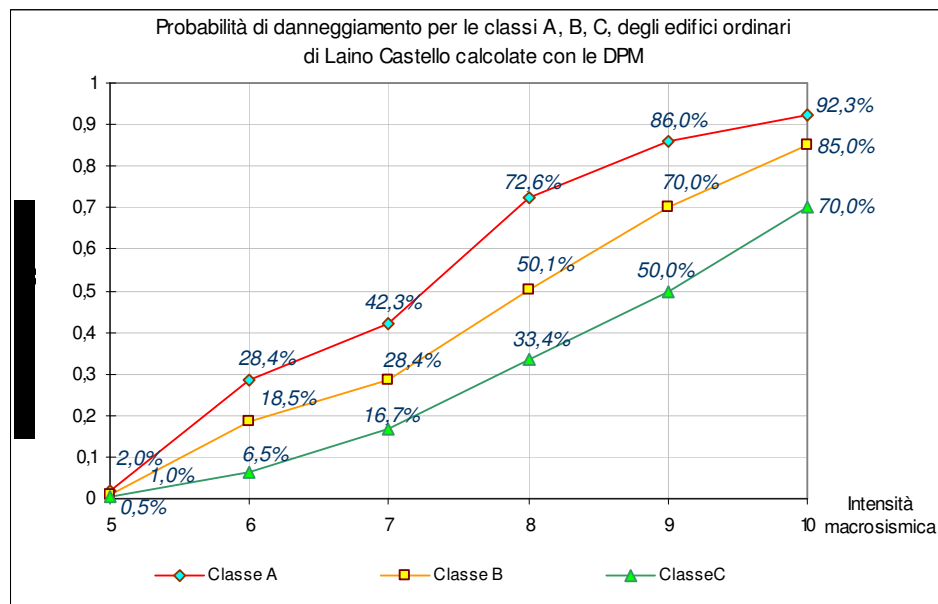


Figura 40

Dalle analisi di pericolosità in precedenza svolte con metodo probabilistico si è ottenuto che il terremoto atteso è pari al sesto grado di intensità macrosismica, ne

segue che con riferimento sia ai risultati riportati nel grafico di Figura 40 che a quelli degli istogrammi di Figura 41, la probabilità di danneggiamento per il patrimonio edilizio di Laino Castello è così stimata:

- il 28,4 % degli edifici di classe A subirà un danno di livello 1 per il 37,3%, di livello 2 per il 29,6%, di livello 3 per il 11,7%, di livello 4 per il 2,3% mentre il 18,8% non subirà nessun danno (livello zero);
- il 18,5 %, degli edifici di classe B subirà un danno di livello 1 per il 40,8%, di livello 2 per il 18,5%, di livello 3 per il 4,2%, mentre non subirà danno il 36% degli stessi edifici;
- il 6,5% degli edifici di classe C subirà un danno di livello 1 per il 28,8%, di livello 2 per il 3,5%, mentre non subirà danno il 71,5% degli edifici.

Infine negli istogrammi di Figura 42 se ne riportano le percentuali cumulate di crollo (livello di danno =5) per gli edifici di classe A, B, C, calcolate sempre secondo il metodo delle matrici di probabilità di danno.

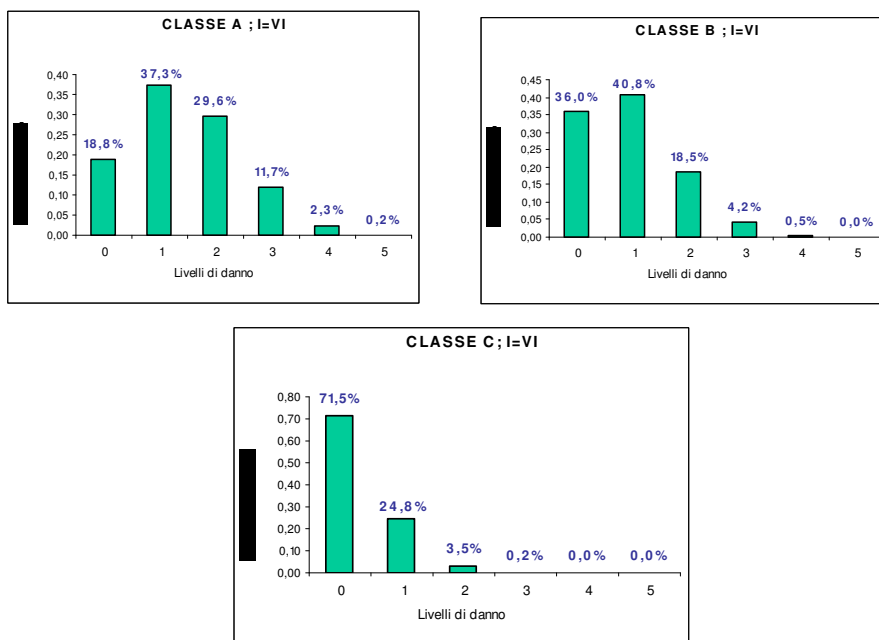


Figura 41

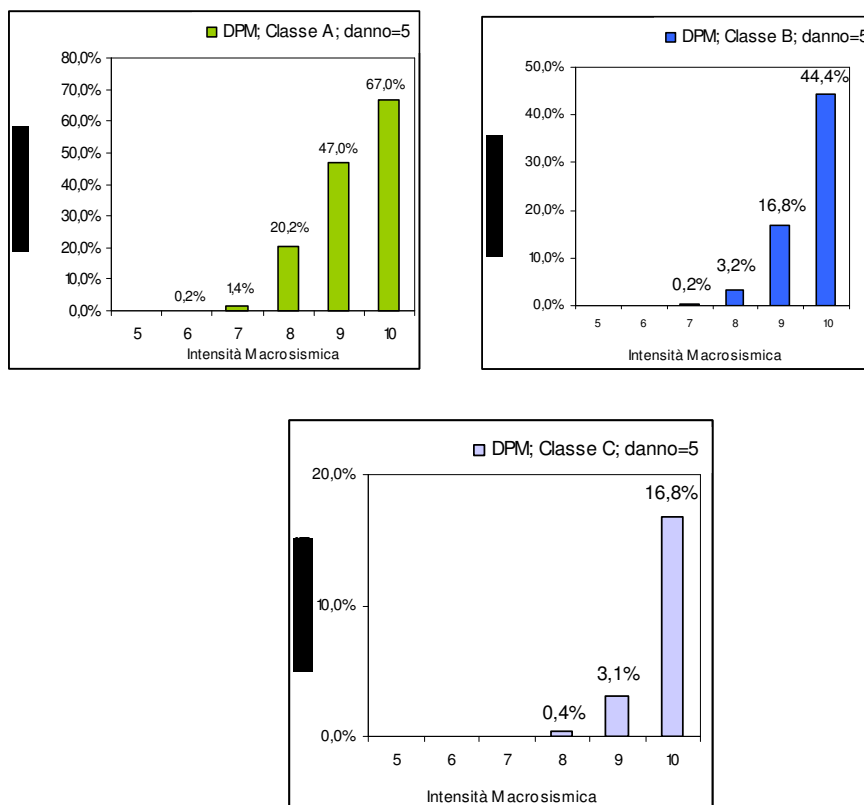


Figura 42

2.5.3.b Approccio di II livello: correlazione intensità-vulnerabilità-danno

Con i dati censiti con la scheda di 2° livello e in base a quanto illustrato nel paragrafo sono stati calcolati gli indici di vulnerabilità per ogni singolo edificio del centro storico. Inoltre per ciascun edificio esaminato il danno è stato valutato in base alle informazioni contenute nella Sezione 8 “*Estensione e livello del danno*” della scheda di 1° livello. Ne segue che per ciascuna delle quattro componenti: strutture verticali, orizzontali, scale e tamponature, sono stati rilevati, ad ogni piano dell’edificio, il livello del danno massimo presente, il livello del danno più

esteso e l'estensione di quest'ultimo, riportando poi nelle apposite griglie -con l'uso del manuale- i rispettivi codici. Infine il calcolo dell'indice di danno globale (d) di ogni edificio è stato ottenuto con l'espressione (14).

In seguito facendo una media tra i valori più ricorrenti si sono ottenuti complessivamente tre soli indici di vulnerabilità e precisamente:

$$I_v=70; I_v=50; I_v=30.$$

L'indice di vulnerabilità che si è ottenuto con la procedura sopra descritta, non costituisce la misura della propensione al danneggiamento degli edifici ma una sorta di fotografia della realtà strutturale del sito e quindi tale stima non può essere intesa come la valutazione assoluta del danno atteso per un data severità sismica.

Dunque per poter passare alla valutazione del rischio sismico, è necessario individuare un legame tra il danno, la qualità dell'edificio espressa tramite I_v ed il parametro utilizzato per misurare la severità dell'evento. La determinazione di questa correlazione presenta qualche difficoltà; ciò è dovuto al fatto che i modelli teorici disponibili per la valutazione del danno provocato dai terremoti richiedono elaborazioni molto complesse con analisi di dettaglio di ogni singolo edificio. Tali modelli non sono quindi compatibili con l'esigenza di valutazioni sul patrimonio edilizio di un intero comune. Si è ricorso pertanto così come precedentemente descritto, a relazioni basate su elaborazioni statistiche che mettono in relazione l'indice di danno con la severità del sisma in funzione dei diversi valori dell'indice di vulnerabilità. Nel grafico di Figura 43 si riportano le curve di fragilità ottenute rispettivamente per $I_v=70$; $I_v=50$; $I_v=30$.

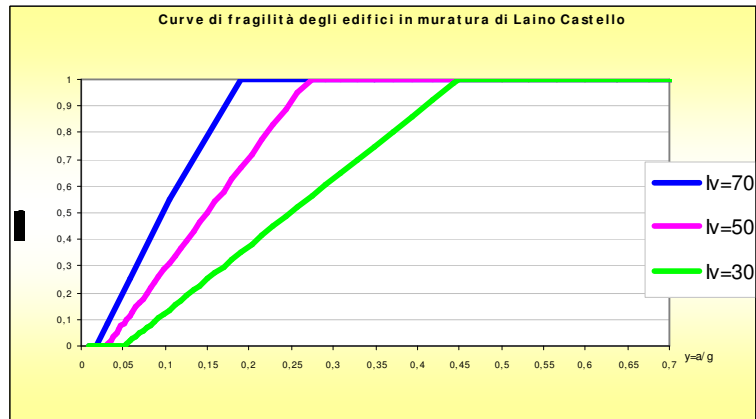


Figura 43

2.5.3.c Confronto dei risultati

Sono state messi a confronto i risultati delle due metodologie, rappresentati dalle curve di vulnerabilità di Figura 40 riferite al metodo di I livello, con le curve di fragilità riferite al metodo di II livello di Figura 43 nel modo di seguito chiarito

Per le ordinate, di figura 43 sono state trasformate in danno medio utilizzando la già citata espressione $d=f_d^{0,57}$. mentre il passaggio da PGA ad intensità I per le ascisse, è stato possibile grazie alla correlazione di Guagenti e Petri:

$$\ln (PGA) = 0.602 I - 7.073 \text{ (Figura 44)}$$

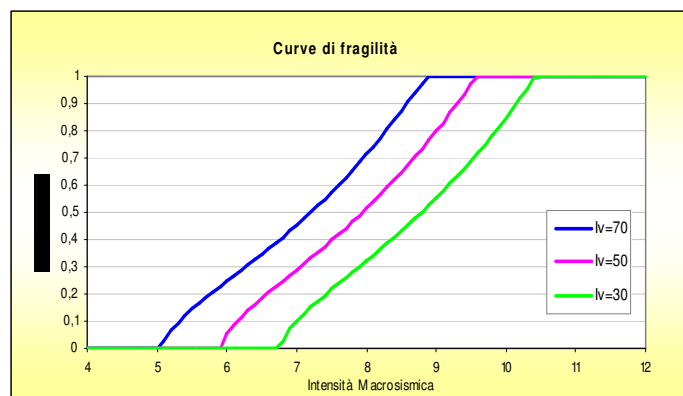


Figura 44

L'uso di tale espressione è perfettamente legittimo in quanto le curve, basate sui danni osservati in alcuni edifici danneggiati dal sisma del Friuli (1976) e dell'Italia centrale (1984), furono ricavate in funzione dell'intensità (che era nota) e quindi trasformate in PGA, proprio grazie a tale espressione

La figura 45 mostra tale confronto, dal quale emerge come l'andamento sia qualitativamente analogo, a parte le zone di estremità delle curve di II livello, che presentano un andamento più brusco. Questa differenza è semplicemente legata al fatto che, per semplicità, le curve di II livello sono definite da un andamento trilineare; il comportamento reale è certamente diverso in quanto un edificio comincia a danneggiarsi, anche se in misura ridotta, già per bassi terremoti e, analogamente, difficilmente crolla completamente. Dal confronto emerge che alla classe A, quella a maggiore vulnerabilità, corrisponde a un $I_v=70$, la classe B ad un indice di vulnerabilità $I_v=50$, infine la classe C un $I_v=30$. Da tale corrispondenza trovata si può asserire che i risultati ottenuti con la metodologia di I livello rappresentano a loro volta anche la probabilità di danneggiamento per gli edifici da me raggruppati per indice di vulnerabilità.

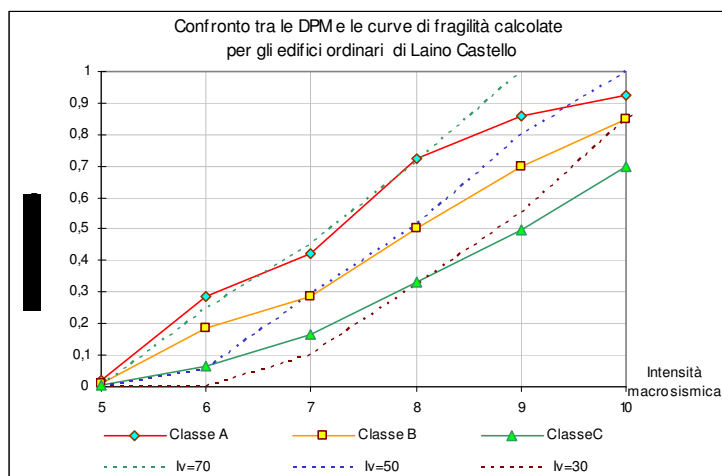
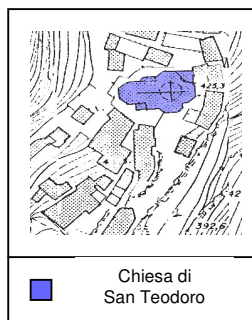


Figura 45

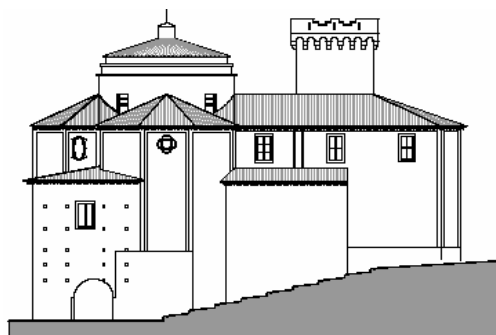
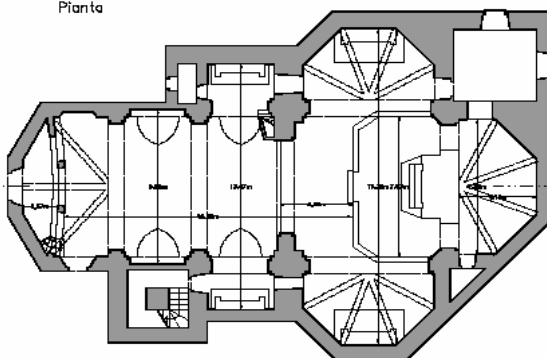
2.5.4 Valutazione della vulnerabilità della chiesa di S. Teodoro



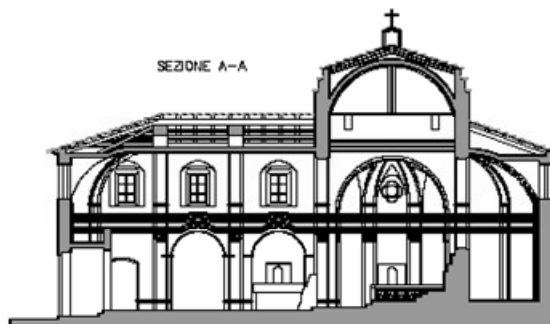
In relazione alle considerazioni fatte nella prima parte della ricerca, si riporta in tale paragrafo la valutazione della vulnerabilità effettuata per

la chiesa di San Teodoro. In funzione dei dati rilevati durante il censimento, tramite la scheda descritta in precedenza nonché da rilievi dello stato di fatto (riportati in modo completo in Appendice Tavola 4), è stato possibile calcolare i due indici legati alla vulnerabilità del manufatto e al danno pregresso presente.

Pianta



SEZIONE A-A





Più precisamente si è ottenuto un indice di vulnerabilità pari a $i_v=0,57$ ed un indice di danno $i_d=0,55$

.A partire dall'indice di vulnerabilità ed applicando l'espressione (21), è stato possibile calcolare la curva di fragilità della chiesa in funzione dell'intensità macrosismica ottenendo il valore del danno medio atteso (d_m) di seguito riportata al grafico in Figura 46.

Infine il valore del danno medio atteso per I_{mcs} crescente, è stato

rappresentato in funzione della distribuzione probabilistica, attraverso le matrici di probabilità di danno DPM .

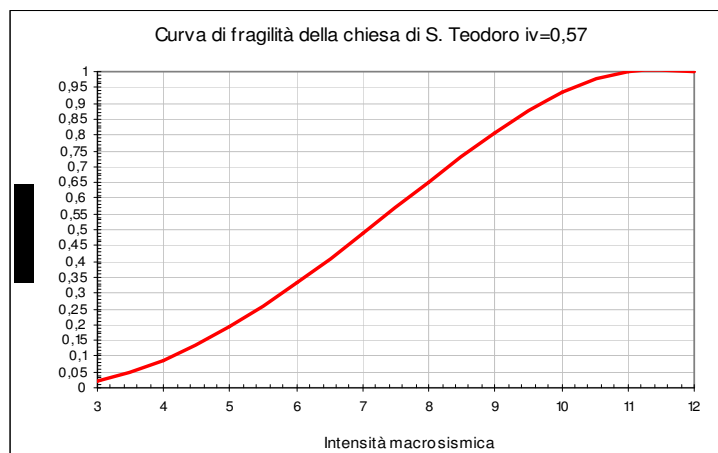


Figura 46

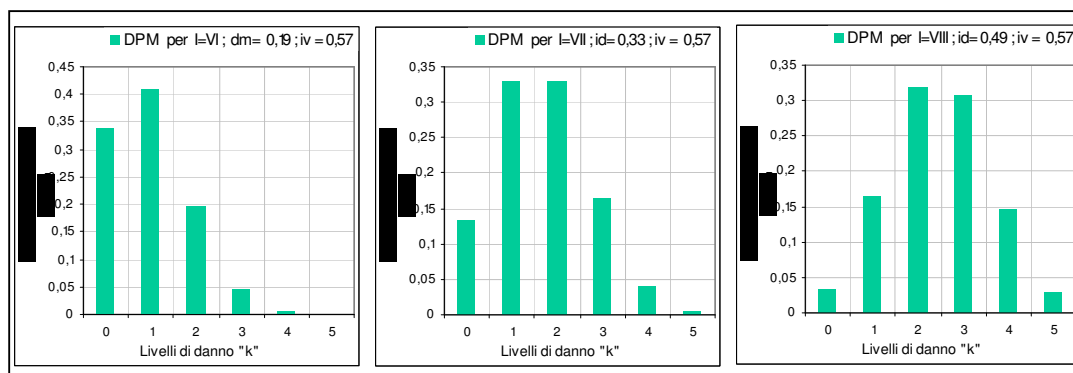


Tabella 25 Matrici di probabilità di danno per la chiesa di S. Teodoro ($i_v = 0.57$)

A tale scopo è stata applicata la distribuzione probabilistica binomiale riportata in (19) permettendo così di ottenere la distribuzione del danno atteso secondo la consueta rappresentazione dei livelli di danno per istogrammi.

Tale elaborazione è stata effettuata per tutti i gradi macrosismici d'intensità crescente, tuttavia per brevità, si ne riportano (Tabella 25) solo le matrici di probabilità di danno (DPM) per il VI, VII, VIII grado.

La previsione o la valutazione del danno è stata quindi eseguita contestualmente a due differenti livelli: sul singolo macroelemento della fabbrica, fornendo una descrizione puntuale del fenomeno (articoli in fase di pubblicazione), e attraverso l'indice di danno medio, particolarmente utile per le analisi territoriali.

2.6 Stima della Esposizione

Le componenti da considerare ai fini del calcolo dell'indice di esposizione (I_e), sono essenzialmente due: la componente funzionale individuata tramite l'indice di funzione (I_f) e la componente utenza individuata tramite l'indice di utenza (I_u). Queste si traducono operativamente nella quantificazione dei manufatti, delle

funzioni e del numero di persone che saranno presumibilmente coinvolte dall'evento sismico (nonché nella valutazione della loro capacità di reazione).

Ma essendo Laino Castello un paese completamente disabitato la determinazione dell'indice di esposizione così come già detto al paragrafo 1.3, risulta essere nullo con la sola eccezione della quantificazione dei manufatti che sono risultati essere in totale 67.

2.7 Conclusioni: stima complessiva del rischio sismico

La valutazione del rischio sismico di Laino Castello descritta in questo lavoro rappresenta una stima preliminare finalizzata a quantificare l'ordine di grandezza del fenomeno per consentire future scelte di priorità per gli interventi sul patrimonio edilizio.

La stima della pericolosità, nonostante alcune scelte necessariamente soggettive, quali quelle relative alla scelta del catalogo sismico, all'analisi di completezza dello stesso, alla scelta della legge di attenuazione, nonché all'uso del semplice foglio elettronico per i calcoli, si basa su una metodologia (metodo probabilistico) ormai collaudata fornendo risultati confrontabili con quelli ottenuti da altri autori.

La valutazione della vulnerabilità del patrimonio edilizio è risultata decisamente più problematica: i dati disponibili sono quelli dei censimenti ISTAT sulla popolazione, non redatti allo scopo di valutare la vulnerabilità e, pertanto, non affidabili né completi per tale fine. In quest'ottica i dati ISTAT hanno rappresentato il canovaccio per le indagini speditive condotte dall'autore, grazie

alle quali, anche attraverso i dati storici forniti dal comune, è stato possibile individuare le caratteristiche strutturali, qualitative e tipologiche dell'edificio.

Di seguito si è suddiviso il paese in funzione della qualità della muratura: scadente, media e buona. Utilizzando schede di primo livello è stato possibile individuare il livello di danno per i singoli edifici e con le schede di secondo livello si sono ottenuti gli indici di vulnerabilità dei singoli edifici poi raggruppati in soli tre indici rappresentativi della realtà costruttiva del Paese.

L'elaborazione di tali dati ha condotto all'individuazione di tre curve di fragilità per gli edifici ordinari, confrontabili con le DPM redatte dal prof. Braga ed altri in occasione del terremoto dell'Irpinia.

Utilizzando questa metodologia si è giunti alle seguenti conclusioni: per quanto riguarda la stima del *rischio sismico complessivo o totale* (R_{tot}), così come definito dalla (22) l'aspetto che concorre alla sua determinazione per Laino Castello è essenzialmente uno e più precisamente quello riferito al *rischio sismico del patrimonio edilizio* (R_{ed}), in quanto sia quello alle infrastrutture (R_{in}) che al sistema antropico (R_{an}), sono completamente assenti.

Ne segue che la stima del danno atteso di Laino Castello coincide con quella della vulnerabilità strutturale -così come definita nei precedenti paragrafi- e con riferimento alla Figura 47 di seguito brevemente descritta:

- intensità macrosismica attesa pari a $I=6$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni;
- il 28,4 % delle abitazioni di classe A subirà danni di livello 3-4 e crolli per il 0,2%;
- il 18,5% delle abitazioni di classe B subirà danni di livello 2-3;
- lo 0,6% delle abitazioni di classe C subirà danni di livello 1-2.

Per quanto riguarda la Chiesa di San Teodoro si potranno attivare meccanismi di

danno nel piano della facciata, nell'arco trionfale e tra il corpo di fabbrica e la torre campanaria.

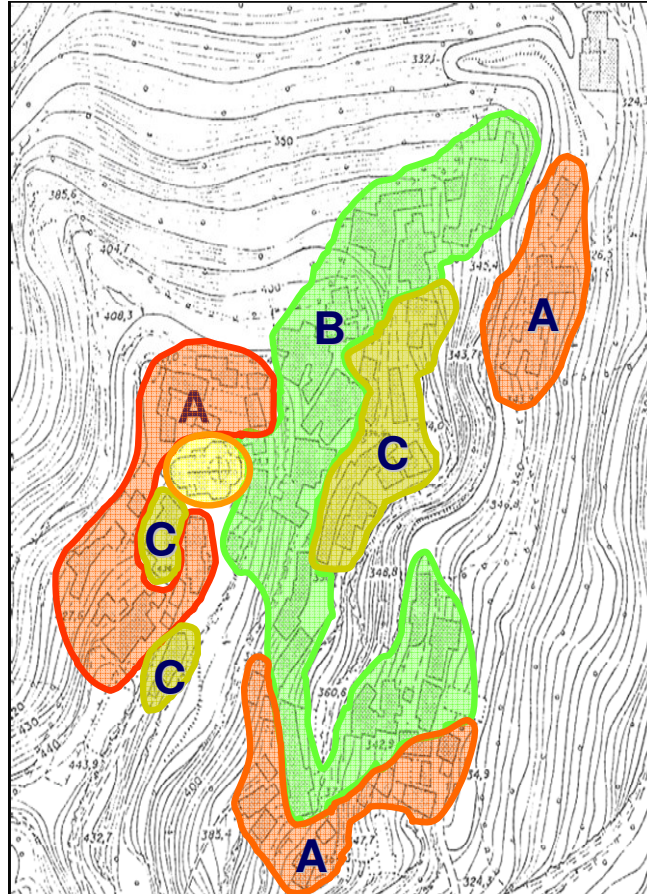


Figura 47 Individuazione del danno atteso per le rispettive classi di vulnerabilità degli edifici di Laino Castello.

Si vuole sottolineare inoltre che lo stato di completo abbandono dell'edificio sta conducendo ad un veloce degrado delle strutture che potrebbe accentuare i livelli di danneggiamento testé riportati.

Bibliografia

D. Albarello V. D'Amico *Sviluppo di metodologie innovative per il calcolo della pericolosità sismica del territorio nazionale*, SSN, Università degli Studi di Siena Dipartimento di Scienze della Terra, Roma, 2001.

D. Albarello, V. Bosi, F. Bramerini, A. Lucantoni, G. Naso, L. Peruzza, A. Rebez, F. Sabetta, P. Angeletti, M. Ferrini e S. Lagomarsino, *Rilievo e valutazione della vulnerabilità sismica delle chiese: un esempio in Lunigiana e Garfagnana*, Atti del 8° Convegno Nazionale: L'Ingegneria sismica in Italia, vol. 2, Palermo, 1997.

G. Avocado Bonino, *Elementi di calcolo delle probabilità*, Zanichelli, Bologna, 1973

A. Bernardini, *Coerenza fra osservazioni e previsioni di vulnerabilità sismica di tipologie murarie*. Atti 8° Convegno Nazionale ANIDIS: L'ingegneria Sismica in Italia, Taormina, 1997, pp. 177-183.

D. Benetti, P. Cara, (A cura di), *Atlante dei centri storici italiani esposti al rischio sismico e relativa banca dati informatizzata* SSN, Università degli Studi di Roma Tre, DIPSA (Dipartimento di progettazione e scienze dell'architettura) Rapporto di Lavoro, Aprile, 2000.

D. Benedetti, V. Petrini *On seismic vulnerability of masonry buildings: proposal of an evaluation procedure*, L'industria delle Costruzioni; 1984, 18, 66-78.

R. Berardi, L. Magri, M. Mucciarelli, C. Petrungaro, L. Zonetti, E. Mantovani, D. Albarello *Mappe di sismicità per l'area italiana*, Rapporto tecnico ENEL/ISMES, 1994, Roma

- A. Bernardini**, (A cura di), *La vulnerabilità degli edifici: valutazione a scala nazionale della vulnerabilità sismica degli edifici ordinari*, CNR-GNDT, Roma, 2000.
- A. Berardini**, (A cura d), *La vulnerabilità degli edifici. Valutazione a scala nazionale della vulnerabilità sismica degli edifici ordinari*, Roma, 2000.
- A. Bernardini** , *La vulnerabilità degli edifici*, CNR-GNDT, Roma, 2000, pp. 133-175.
- S. Bernstein. R. Bernstein.**, *Calcolo delle Probabilità*, McGraw-Hill Libri, Milano, 2003
- L. Binda**, (A cura di), *Caratterizzazione delle murature in pietra e mattoni ai fini dell'individuazione di opportune tecniche di riparazione*, GNDT, Roma, 2000.
- S. Biondi, F. Colangelo, C. Nuti**, (A cura di), *La risposta sismica dei telai con tamponature murarie*, CNR-GNDT, Roma, 2000.
- A. Blake** *On the estimation of focal depth from macroseismic data*, Bull. Seism. Soc. of Am., 31, 1941, pp. 225-231
- E. Boschi**, et al., *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461a.C al 1990*, SGA, ING, Bologna, 1997.
- F. Braga, M. Dolce, D. Liberatore**, *A Statistical Study on damaged buildings and an ensuing review of the M.S.K.-76 scale*, 7th European Conference on Earthquake Engineering, Atene, 1982.
- F. Braga, M. Dolce, D. Liberatore** *Statistical Analyses of Damage Data from 23.11.80 Italy Earthquake*, U.S. - Italy Workshop on Seismic Hazard and Risk Analysis, Varenna, Italy, 1985.
- F. Braga, M. Dolce, D. Liberatore** *Rassegna critica dei metodi per la stima della vulnerabilità*, Atti del 3° Convegno Nazionale Ingegneria Sismica in Italia, Roma, 1987

- F. Bramerini, G. Di Pasquale, G. Orsini, A. Pugliese, R. Romeo, F. Sabetta**
Rischio sismico del territorio italiano. proposta di una metodologia e risultati preliminari, Rapporto Tecnico SSN/RT/95/1, Aprile, 1995.
- R. Camassi , M. Stucchi ,** (A cura di) *NT4.1.1 Un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno*, Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti,), <http://emidius.mi.ingv.it/NT>
- R. Camassi, M.Stucchi** (A cura di) *Un database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno DOM4.1*, 1998
- CNR, GNDT**, *Rischio sismico di edifici pubblici. aspetti metodologici*, parte I, Tipografia Moderna, Bologna, 1993.
- C. Cornell.**, *Engineering Seismic Risk Analysis*, 1968.
- E. Cosenza, G. Manfredi,** (A cura di), *Indici e misure di danno nella progettazione sismica*, CNR-GND T, Roma, 2000.
- G. Costa, G. F. Panza, P. Suhadolc , F. Vaccari ,** *Zoning of the Italian territory in terms of expected peak ground acceleration derived from complete synthetic seismograms*. J. Appl. Geophys, 30, 149-160, 1993.
- L. Decanini e G. F. Panza** (A cura di), *Scenari di pericolosità sismica ad Augusta, Siracusa e Noto*, CNR-GNDT, Roma, 2000.
- L.Decanini, , Di Pasquale, G. Orsini,** *Considerazioni sui danneggiamenti osservati a seguito del terremoto del 15.10.1996 in Emilia Romagna*, Atti del 8° Convegno Nazionale: L'Ingegneria sismica in Italia, vol. 1, Palermo,1997.
- A. De Sortis, C. Serra, D. Spina** *Risultati delle prove dinamiche sulla scuola di S. Sisto*, rapporto tecnico SSN/RT/98/7
- F. Doglioni, A. Moretti e V. Petrini,** 1994, *Le chiese e il terremoto*, Edizioni LINT, Trieste.
- A. Di Maio,** *Economia dei beni e delle attività culturali*, Liguori Editore, 1999.

G. Di Pasquale, C.Serra, R.Ferlito *Distribuzione del danno fra elementi strutturali di edifici in muratura danneggiati da sisma* Rapporto Tecnico SSN/RT/99/03, Luglio, 1999.

M. Dolce, *La valutazione della vulnerabilità per le analisi di rischio e gli scenari di danno*. Atti 8° Convegno Nazionale ANIDIS: L'ingegneria Sismica in Italia, 1997, Taormina, pp. 217-226.

M. Dolce, M. Marino, A. Masi, M. Vona, *Seismic Vulnerability Analysis and Damage Scenarios of Potenza Town, International Workshop on Seismic Risk and Earthquake Damage Scenarios of Potenza*, Potenza, 2000.

M. Dolce, A. Masi G. Zuccaro, *Terremoto del Molise 2002 analisi sistematica del danneggiamento e della vulnerabilità sismica di San Ggiuliano di Puglia (CB)*, Roma, 2002.

L. Fusco Girard, P. Nijkamp, *Le valutazioni per lo sviluppo sostenibile della città e del territorio*, Franco Angeli editore, Milano, 1997.

F. Galadini, C. Meletti, A. Rebez ,(A cura di), *Le ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996-1999)*, CNR-GNDT - Roma, 2000.

S. Giovinazzi, S. Lagomarsino *Una metodologia per l'analisi di vulnerabilità sismica del costruito*, X Congresso Nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia", 2001

A.Giuffrè, C. Carocci *Codice di pratica per la conservazione del centro storico di Palermo*, Editori Laterza

A. Goretti, Ph.D. *La percettibilità' nella determinazione dell'evento di riferimento in scenari sismici. una applicazione alla città di Potenza*, Rapporto Tecnico SSN/RT/01/01, Aprile 2001.

A. Goretti *La valutazione di agibilità degli edifici residenziali in emergenza post-sismica*, Rapporto Tecnico SSN/RT/01/03, Dicembre 2001.

- G. Grandori , A. Drei , F. Perotti , E. Tagliani .** *Macroseismic intensity versus epicentral distance: the case of Central Italy*, pp.165-171, Tectonophysics, 1991.
- G. Grandori , E. Guagenti, V. Petrini .** *On the Use of Renewal Processes in Seismic Hazard Analysis*. Proc. 8th World conf. on Earthquake Engineering, ,1, San Francisco, 287-294, 1984
- Gruppo di lavoro CPTI,** *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*, versione 2004 (CPTI04). INGV, Bologna. <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI/>
- F. Guerrieri,** *Manuale per la riabilitazione e la ricostruzione postsismica degli edifici. Regione dell'Umbria*, Tipografia del Genio Civile.
- A. Guerricchio, L. Merenda, R. Mastromattei,** *Studio geologico e geotecnico relativo al sito del vecchio centro storico di Laino Castello (CS)*, Ottobre, 2002, relazione consultabile presso l'ufficio tecnico del comune di Laino Castello – nuovo centro-.
- G. Magenes, D. Bolognini, C. Braccio** (A cura di) *Metodi semplificati per l'analisi sismica non lineare di edifici in muratura*, GNDT, Roma, 2000.
- C. Modena, F. Pineschi e M. R. Valluzzi,** (A cura di), *Valutazione della vulnerabilità sismica di alcune classi di strutture esistenti. Sviluppo e valutazione di metodi di rinforzo*, CNR-GNDT, Roma, 2000.
- S. Lagomarsino, A. Brencich, F. Bussolino, A. Moretti, L.C. Pagnini e S. Podestà,** *Una nuova metodologia per il rilievo del danno alle chiese: prime considerazioni sui meccanismi attivati dal sisma*, Ingegneria Sismica, 3, pp. 70-82, 1997.
- S. Lagomarsino, P. Ugolini,** (A cura di), *Rischio sismico, territorio e centri storici*, atti del convegno nazionale Sanremo 2-3 luglio 2004, Franco Angeli, 2005
- D. Liberatore,** (A cura di), *Progetto Catania: indagine sulla risposta sismica di due edifici in muratura*, CNR-GNDT, Roma, 2000.

Meroni, F., Petrini, V. Zonno, G.. *Distribuzione nazionale della vulnerabilità media comunale*, pp. 76-106, in A. Di Pasquale, G., Dolce, M. Martinelli, A., *Censimento di vulnerabilità a campione dell'edilizia corrente dei centri abitati, nelle regioni Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia e Sicilia* (Progetto L S U), Dipartimento della Protezione Civile, 2000, Roma.

R. Murray Spiegel, *Statistica*, McGraw-Hill Libri, Milano, 1994.

B. Palazzo, C. Faella, L. Petti, *Analisi del rischio sismico del territorio della provincia di Salerno*, C. U. G.RI., Salerno, 1999.

M. Paz *Dinamica Strutturale. Teoria e calcolo*, Libreria Dario Flaccovio Editore, Palermo, 1985.

R. Orsi, *Probabilità e statistica*, Il Mulino, Bologna, 1985.

L. Peruzza, (A cura di), *Progetto Misha. metodi innovativi per la stima dell'hazard: applicazione all'Italia centrale*, CNR-GNDT, Roma, 1999

V. Petrini, *Pericolosità sismica e prime valutazioni di rischio in Toscana*, CNR, Istituto di Ricerca sul Rischio Sismico /Regione Toscana - Dipartimento Ambiente, 1995.

V. Petrini, *Valutazione della vulnerabilità sismica*, in *Rischio sismico di edifici pubblici .Aspetti metodologici*, CNR, GNDT, Tipografia Moderna, Bologna, 1993.

A.G. Porco, A. Guerricchio, C.Vizza, L. Merenda, F. De Diego, *Progetto inerente la rimozione del vincolo di impraticabilità del vecchio centro storico di Laino Castello -Progetto Definitivo-2003*, relazione consultabile presso l'ufficio tecnico del comune di Laino Castello –nuovo centro-.

R. Ramasco, *Dinamica delle strutture*, CUEN, 1993

Regione Molise GNDT– INGV, *Mitigazione del rischio sismico dei centri storici e degli edifici di culto dell'area del Matese nella Regione Molise*, Pescara 2001.

R. Romeo, A. Pugliese *La pericolosità sismica in Italia Parte 1: analisi della scuotibilità.*, SSN/RT/97/1 Gennaio, 1997

D. Slejko, (A cura di), *Pericolosità sismica del territorio nazionale*, Roma, 1996.

D. Slejko, *Nuove carte di pericolosità sismica del territorio nazionale*, SSN-GNDT, 1999.

P. Scandone, M. Stucchi *Mappa della zonazione sismogenetica ZS4*, 1996.

Servizio Sismico Nazionale *Valutazione e riduzione della vulnerabilità degli edifici, con particolare riferimento a quelli strategici per la protezione sismica*
Attività del programma 2002 Rapporto finale, Roma 2002.

G. Zuccaro, A. Baratta , *Valutazione a scala nazionale della vulnerabilità degli edifici ordinari*. Atti 9° Convegno Nazionale ANIDIS: L'ingegneria Sismica in Italia, 1999, Torino.

Appendice

Indice Appendice

LEGENDA DELLA ZS 4.....	II
NT4.1 UN CATALOGO PARAMETRICO DI TERREMOTI DI AREA ITALIANA	III
TABELLA. A	V
TABELLA. B	XXXIV
TABELLA. C	XXXVIII
CHECK-LIST	XLII
SCHEDA DI 1° LIVELLO.....	XLIII
SCHEDA DI VULNERABILITÀ 2° LIVELLO (MURATURA)	XLV
SCHEDA PER IL RILIEVO DELLA VULNERABILITÀ E DEL DANNO ALLE CHIESE	XLVI
ABACO DEI MECCANISMI DI COLLASSO DELLE CHIESE.....	L
RILIEVI.....	LII
TAVOLA. 1 COMPARTO C1	LIII
TAVOLA. 2 COMPARTO C2	LIV
TAVOLA. 3 EDIFICIO E.1	LV
TAVOLA. 4 CHIESA DI SAN TEODORO	LVI
TAVOLA. 1 RILIEVO COMPARTO C1	LVII
TAVOLA. 2 RILIEVO COMPARTO C2.....	LVIII
TAVOLA. 3 RILIEVO EDIFICIO E.1	LIX
TAVOLA. 4 RILIEVO CHIESA DI SAN TEODORO	LX

Legenda della ZS 4

Comportamento cinematico atteso delle strutture sismogenetiche nelle varie zone del territorio nazionale:

a = Zone legate alla convergenza Adria-Europa, meccanismi focali attesi: compressivi prevalenti

b = Zone di trasferimento Alpi-Appennino e Mar Ligure, meccanismi attesi di trascorrenza sinistra in strutture crostali superficiali e normali in strutture più profonde (zone 23, 25, 26); compressione nella zona 24.

c = Zone legate allo sprofondamento passivo della litosfera adriatica sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale, meccanismi diversi.

d = Zone legate alla disattivazione del sistema catena-avanfossa nell'Appennino meridionale e alla rotazione antioraria dell'Adria. Meccanismi attesi di tipo faglia normale con allineamento SE-NW

e = Zone dell'Arco Calabro, verosimilmente legate alla subduzione passiva della litosfera ionica, e Sicilia Settentrionale. Meccanismi attesi: normali nelle strutture longitudinali (zone 66-67, 69-72); trascorrenza sinistra lungo faglie W-E (zone 65, 68); trascorrenza destra lungo faglie NW-SE (zona 74).

f = Zone legate alla divergenza Africa-Adria. Meccanismi attesi: normali lungo la Scarpata Ibleo-Maltese e trascorrenti lungo faglie di trasferimento minori (zona 79).

g = Zone di avampaese, con diversi comportamenti cinematici.

h = Zone in aree vulcaniche attive.

i = Zone con comportamento cinematico indefinito. a) Zone legate alla convergenza Adria-Europa.

NT4.1 Un catalogo parametrico di terremoti di area italiana

Cod.	Descrizione del parametro
N	Numero d'ordine del record
Tr	Tipo di record
Ye	Anno
Mo	Mese
Da	Giorno
Ho	Ora
Mi	Minuto
Se	Secondo
Ax	Area epicentrale
Rt	Radice dei parametri, ovvero dataset da cui sono stati determinati i parametri
Os	Origine e status del dataset
Nmo	Numero di osservazioni macrosismiche
Nip	Numero di punti di intensità
Ix	Intensità massima osservata
Io	Intensità epicentrale
Lat	Latitudine
Lon	Longitudine
Pa	Modalità di determinazione dei parametri
Sz	Zona sismogenetica aui appartiene l'evento
Ta	modalità di assegnazione dell'evento alla zona sismogenetica
Agm	Agenzia o studio che fornisce la magnitudo
Ms	Magnitudo calcolata sulle onde superficiali
Td	Modalità di determinazione di Ms
Nio	Numero di osservazioni utilizzate per la determinazione di Ms
Sd	Deviazione standard del valore di Ms
Mm	Magnitudo macrosismica
H	Profondità

Tabella Con riferimento al catalogo parametrico NT4.1, abbreviazione e descrizione dei parametri in esso contenuti.

NT4.1 Un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno
Versione NT4.1.1 luglio 1997, con aggiornamenti 1981-1992 (marzo 1998).

Zona Sismogenetica 64

N	Tr	Ye	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Ax		Rt	Os	Nmo	Nip	Ix	Io	Lat	Lon	Pa	Sz	Ta	Agm	Ms	Td	Nio	Sd	Mm	H	
1589	DB	1200						POLLINO		MIA95	6U					40.000	16.083	PG	64	G			66	G				
1590	DB	1708	01	26				POLLINO		GDTSP	6U	3	3	75	75	39.900	16.200		64	G			52	M		43		
1591	DB	1894	05	28	20	15		POLLINO		GDTSP	6U	22	22	70	70	39.970	16.063		64	G			50	M		40	50	
1592	CP	1946	04	03	17	01	44	M.PALANUDA		POS85	1P				60	39.800	16.000		64	G			44	M		35	44	H2
1593	CP	1980	03	09	12	03	39	SARACENA		POS85	3P					39.833	16.133		64	G			41	C		27	20	

Tabella. A

Eventi con intensità macrosismica all'epicentro maggiore o uguale ad VIII MCS, che hanno dato luogo a risentimenti nei comuni della provincia di Cosenza -dati estratti dal *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a. C.* (CFT /3)-

Abbreviazione	Descrizione del parametro
Nome	Denominazione del Paese
lat	Latitudine del paese
long	Longitudine del paese
n	Numero di eventi
le	Lesioni
cr	Crolli
m	Morti
pop	Popolazione
data	Anno Mese Giorno
time	Ora Minuto Secondo
Lat	Latitudine dell'epicentro
Long	Longitudine dell'epicentro
I_o	Intensità epicentrale misurata in gradi MCS
I_{max}	Intensità massima osservata in gradi MSC
sites	numero di località in cui è stato registrato il risentimento
ref	numero di testi che riportano registrazioni dell'evento
epicentral zone	Zona epicentrale dell'evento sismico

Abbreviazione e descrizione dei parametri riportati nella Tabella. A

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
ACQUAFORMOSA	39.721	16.089	3															
				IV						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	12%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
ACQUAPPESA	39.49	15.95	3															
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				IV-V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII	361		2			1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
ACRI	39.4903	16.385	8															
				VII-VIII						1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				V-VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				III						1930 07 23	00 08 00	41.05	15.37	10.0	10.0	511	467	Irpinia
				II-III						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
AIELLO CALABRO	39.116	16.165	7															
				X			119	19		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VII	50%		22	1		1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				III-IV						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				IX	400		50%	22		1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	3					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VI						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				IV-V						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
AIETA	39.92	15.82	5															
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII						1857 12 16	21 15 --	40.35	15.85	11.0	11.0	337	353	Basilicata
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VII-VIII	95%					1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
ALBIDONIA	39.92	16.46	2															
				VI						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				NF						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
ALESSANDRA DEL CARRETTO	39.95	16.37	1															
				V						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
ALTILIA	39.128	16.25	4															
				x			235	655		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VI						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI-VII						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII-VIII			4			1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
ALTomonte	38.70	16.13	3															
				VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				NF						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
				VI-VII	71					1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
AMANTEA	39.131	16.080	8															
				IX			180	44		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII	82		1			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII-VIII			1			1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VIII	240		20			1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI-VII						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				IV-V						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
				III						1978 04 15	23 33 47	38.12	15.02	8.0	8.0	333	46	Golfo di Patti
AMENDOLARA	39.95	16.58	4															
				IV						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII			1			1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				NF						1915 01 13	06 52 43	41.98	13.65	11.0	11.0	860	1228	Marsica
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
APRIGLIANO	39.23	16.34	4															
				X			605	192		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VI-VII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VIII-IX			80	5		1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VII-VIII	245		7			1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
BELMONTE CALABRO	39.16	16.07	6															
				VII	76			10		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VIII	283		11			1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	11					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				IV-V						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
BELSITO	39.17	16.28	3															
				X			114	144		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VI-VII	28					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII-VIII	38					1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
BELVEDERE MARITTIMO	39.61	15.86	6															
				VIII						1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VIII	98		23			1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Mess
				VI-VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
BIANCHI	39.10	16.40	2															
				VII	20					1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				V						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
BISIGNANO	39.51	16.29	15															
				IX						1184 05 24	-- -- --	39.43	16.25	9.0	9.0	6	69	Valle del Crati
				VIII-IX			171			1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VIII						1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotonese
				VII	162					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII-VIII			a			1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				VI						1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VIII			a			1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII	50					1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				IX			900	23		1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII	384		3	2		1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				IV						1930 07 23	00 08 00	41.05	15.37	10.0	10.0	511	467	Irpinia
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
BOCCHIGLIERO	39.41	16.75	7															
				IX	gp		gp			1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotonese
				VII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII	qt		a			1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VII-VIII	nd					1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI-VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				NF						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
BONIFATI	39.58	15.90	6															
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VI	a					1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI-VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VI-VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				IV						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
BUONVICINO	39.68	15.88	5															
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				IV-V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII	146					1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				NF						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
				VI-VII						1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
CALOPEZZATI	39.559	16.802	4															
				IX			ed			1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotonese
				VI-VII	1					1832 03 08	14 00 --	0.00	0.00	0.0	0.0	0	653	Crotonese
				IX			gp	2		1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VI-VII	2					1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
CALOVETO	39.504	16.760	4															
				IX			gp			1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotonese
				VIII			a			1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
CAMPANA	39.411	16.823	4															
				VI-VII						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				VIII	qt					1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VI						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				IV						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
CANNA	40.093	16.504	3															
				III-IV						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				V						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	11%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
CARIATI	39.496	16.948	8															
				VI-VII						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				VIII	qt		a			1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				III						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VI						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				NF						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
				IV-V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
CAROLEI	39.252	16.218	5															
				IX-X	147i		243	54		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII	30		3	2		1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII	nd			13		1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII-VIII	160					1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				IV-V						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
CARPANZANO	39.15	16.30	7															
				XI			t	495		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VII	50%		5			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII	v					1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				VII	m				1880	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				IV-V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII	49					1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	10%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
CASOLE BRUZIO	39.280	16.330	7															
				VIII-IX			29	4		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII	30					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII			a	1	1300	1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VIII			a			1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VII-VIII		203				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				IV-V						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
CASSANO ALLO IONIO	39.783	16.317	11															
				VII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				NF						1805 07 26	21 00 --	41.50	14.47	10.0	10.0	223	117	Molise
				VI-VII						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				VI						1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				V						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				V-VI	a					1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				III						1930 07 23	00 08 00	41.05	15.37	10.0	10.0	511	467	Irpinia
				NF						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
				VI						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
CASTIGLIONE COSENTINO	39.351	16.287	12															
				IX			174	24		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII			14			1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotonese
				VII-VIII	60					1767 07 14	01 05 --	39.38	16.28	8.5	8.5	8	31	Cosentino
				VII	a		28			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII-VIII	19		2			1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				X			qt	87-100	1000	1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VI-VII						1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VIII	143		16		1129	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VIII						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VIII-IX		182				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	a					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
CASTROLIBERO	39.307	16.193	3															
				VII						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VII		37	18	7		1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				NF						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
CASTROREGIO	39.991	16.477	1															
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
CASTROVILLARI	39.814	16.222	14															
				VII-VIII						1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI-VII	a					1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				V						1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				IV						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				V						1857 12 16	21 15 --	40.35	15.85	11.0	11.0	337	353	Basilicata
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				V						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				V						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				III-IV						1930 07 23	00 08 00	41.05	15.37	10.0	10.0	511	467	Irpinia
				NF						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
				VI						1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
CELICO	39.309	16.340	8															
				IX			141	49		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VIII						1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotonese
				VIII			50			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI-VII	a				2719	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VIII				4		1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VII-VIII		204				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	31%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				V						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
CELLARA	39.217	16.333	4															
				X			200	70		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				IX-X			qt	13		1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VII		105				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	9%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
CERCHIARA DI CALABRIA	39.858	16.383	3															
				IV						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI-VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
CERISANO	39.275	16.175	6															
				VIII			222in	4		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VIII			7			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII	gp		12/289	6-10	2120	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII-VIII	241					1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	a					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				II-III						1930 07 23	00 08 00	41.05	15.37	10.0	10.0	511	467	Irpinia
CERVICATI	39.541	16.127	4															
				VII-VIII	qt		3			1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII		51		1		1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	a					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VII	a					1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
CERZETO	39.506	16.115	6															
				VI						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII		160				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VII	gp					1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				NF						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
				IV						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
CETRARO	39.515	14.940	10															
				VII-VIII	gp					1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VI	a					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI	a					1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				IV-V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII		564				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	a					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VI						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				II						1930 07 23	00 08 00	41.05	15.37	10.0	10.0	511	467	Irpinia
				NF						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
CIVITA	39.826	16.313	2															
				VI						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				IV						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
CLETO	39.090	16.157	3															
				III						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII		176				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	4					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
COLOSIMI	39.118	16.398	1															
				VII		52				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
CORIGLIANO CALABRO	39.596	16.518	11															
				V						1767 07 14	01 05 --	39.38	16.28	8.5	8.5	8	31	Cosentino
				V						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				VI	a					1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VIII	gp		a	2	96000	1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				V						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VI-VII	a					1857 12 16	21 15 --	40.35	15.85	11.0	11.0	337	353	Basilicata
				VII						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI-VII	a	60				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VII	gp					1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				NF						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
COSENZA	39.382	16.251	26															
				IX						1184 05 24	-- -- --	39.43	16.25	9.0	9.0	6	69	Valle del Crati
				VIII-IX			20	25		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VIII	gp		a			1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotonese
				V						1659 11 05	22 15 --	38.70	16.25	10.0	10.0	127	142	Calabria centrale
				F						1743 02 20	16 30 --	39.85	18.78	9.0	9.0	77	587	Basso Ionio
				VII						1767 07 14	01 05 --	39.38	16.28	8.5	8.5	8	31	Cosentino
				VII	nd		v			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				F						1805 07 26	21 00 --	41.50	14.47	10.0	10.0	223	117	Molise
				VI-VII	a					1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				VIII	nd					1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VI-VII						1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VIII	gp		a	41	13891	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				V						1857 12 16	21 15 --	40.35	15.85	11.0	11.0	337	353	Basilicata
				VII-VIII	100		15			1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				II-III						1873 03 12	20 04 --	43.08	13.25	8.0	9.0	196	56	Marche meridionali
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				IV						1894 11 16	17 52 00	38.28	15.87	9.0	9.0	299	446	Calabria meridionale
				VII		179				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				IV						1907 10 23	20 28 19	38.13	16.02	8.5	9.0	271	265	Calabria meridionale
				VI	30					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				IV-V						1910 06 07	02 04 00	40.90	15.42	8.0	9.0	376	108	Irpinia-Basilicata
				VI		3				1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				IV						1930 07 23	00 08 00	41.05	15.37	10.0	10.0	511	467	Irpinia
				IV						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
				IV						1978 04 15	23 33 47	38.12	15.02	8.0	8.0	333	46	Golfo di Patti
				IV-V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
CROPALATI	39.515	16.725	4															
				VIII			gp	5	1165	1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VI-VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	a					1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				III						1930 07 23	00 08 00	41.05	15.37	10.0	10.0	511	467	Irpinia
CROSIA	39.565	16.172	4															
				IX			70	2		1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotonese
				VII	24					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				X	qt		23	140	570	1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VI-VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
DIAMANTE	39.677	15.820	7															
				V-VI						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII		126				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				V						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VI-VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				VI-VII						1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
DIPIGNANO	39.236	16.252	8															
				X			64	5		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII	193					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII	gp					1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VIII-IX	qt		100	12	3826	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VI-VII						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VII-VIII		206				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	52%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VI						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
DOMANICO	39.216	16.205	4															
				IX-X			gp			1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VI-VII	a					1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII-VIII		157				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	29%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Mess
FAGNANO CASTELLO	39.563	16.053	4															
				VII	46					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII-VIII	232					1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	23%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VII	gp					1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>I_{max}</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
FALCONARA ALBANESE	39.274	16.091	7															
				VII						1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VI						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII			9			1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				IV						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VI-VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
FIGLINE VEGLIATURO	39.224	16.330	5															
				X			t	126		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII	31		15			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII-VIII					1027	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				IX			gp	19		1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VII-VIII		104				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
FIRMO	39.721	16.175	2															
				VI-VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				IV-V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
FIUMEFREDDO BRUZIO	39.234	16.066	6															
				VIII-IX			65	17		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VI						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII		143	5			1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				IV						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
FRANCAVILLA MARITTIMA	39.820	16.387	1															
				VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
FRASCINETO	39.834	16.261	1															
				VI-VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
FUSCALDO	39.414	16.030	10															
				VII						1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				V						1783 02 05	12 00 --	38.30	15.97	11.0	11.0	357	1380	Calabria
				V						1783 02 07	13 10 --	38.58	16.20	10.5	10.5	192	1380	Calabria
				VII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				V						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII		663				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VI						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
GRIMALDI	39.141	16.234	3															
				X-XI			t	234		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII			4			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII-VIII		37				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
GRISOLIA	39.724	15.856	3															
				IV-V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				V						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI						1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
GUARDIA PIEMONTESE	39.465	15.999	5															
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				V						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VI-VII						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI-VII		21				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI-VII						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
LAGO	39.168	16.146	5															
				VIII			52			1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VI						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				III-IV						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII		354				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	18					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
LAINO BORGO	39.953	15.974	3															
				VII-VIII						1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				NF						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
				VII	80					1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
LAINO CASTELLO	39.946	15.973	4															
				VI						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				NF						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
				VII						1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
LAPPANO	39.318	16.312	7															
				VIII-IX			56	9		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII			30			1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotonese
				VII-VIII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII-IX				5	1030	1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VII					1295	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII		128				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
LATTARICO	39.457	16.134	2															
				VI-VII						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII		128				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
LONGOBARDI	39.206	16.076	5															
				VIII-IX			60	1		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VIII			gp			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI-VII						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				V-VII						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				III						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
LONGOBUCCO	39.449	16.611	7															
				VIII-IX			45			1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotonese
				VII	19					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII						1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VIII-IX				30		1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VII		4				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	6-7%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VI						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				IV						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
LUNGRO	39.742	16.121	5															
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI-VII		37				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	10%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VI-VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				IV-V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
LUZZI	39.445	16.288	10															
				IX						1184 05 24	-- -- --	39.43	16.25	9.0	9.0	6	69	Valle del Crati
				IX				200		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VIII-IX			gp			1767 07 14	01 05 --	39.38	16.28	8.5	8.5	8	31	Cosentino
				VII	gp					1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VI-VII						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII		195				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VII-VIII	372					1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				IV-V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
MAIERA'	39.715	15.850	3															
				IV-V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI		54				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI-VII						1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
MALITO	39.153	16.247	5															
				X			120	173		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII	30					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII		81				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				V						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
MALVITO	39.596	16.052	4															
				VI						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI-VII		28				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI-VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
MANDATORICCIO	39.467	16.835	3															
				III						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				V						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				III						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
MANGONE	39.202	16.333	6															
				X-XI			306	144		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII	48					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII-VIII						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				VII-VIII			12/356			1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				X			qt	36		1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VII-VIII		170				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>I_{max}</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
MARANO MARCHESATO	39.313	16.171	5															
				VII-VIII			30			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI-VII						1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VIII			100/424	4	2988	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VIII		416		7		1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				V						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
MARANO PRINCIPATO	39.298	16.175	2															
				VIII			10/161	1	1218	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII-VIII		196				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
MARZI	39.170	16.305	3															
				X			t	246		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII						1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VI-VII		34				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
MENDICINO	39.260	16.193	4															
				IX			77	2		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VI-VII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII				10	3896	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII-VIII		357				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
MONGRASSANO	39.525	16.110	5															
				VI-VII	44					1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII		75				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				V	2%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
MONTALTO UFFUGO	39.405	16.157	7															
				VIII-IX						1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII	172		2			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII-VIII						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VI						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VIII		453		1		1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI-VII						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
MONTEGIORDANO	40.042	16.534	2															
				IV						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
MORANO CALABRO	39.843	16.135	3															
				VII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				V						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
MORMANNO	39.889	15.988	5															
				III-V						1894 11 16	17 52 00	38.28	15.87	9.0	9.0	299	446	Calabria meridionale
				VI						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				IV-V						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				V-VI						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
				VII	50					1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
MOTTAFOLLONE	39.648	16.063	4															
				VII-VIII			5			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI-VII		61				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI-VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
NOCARA	40.098	16.482	2															
				III						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	10%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
ORIOLO	40.052	16.447	5															
				V						1694 09 08	11 40 --	40.87	15.40	10.0	10.0	251	291	Irpinia-Basilicata
				III						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				V						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VI						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
ORSOMARSO	39.798	15.908	4															
				IV-V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII		54				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
				VII						1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
PALUDI	39.429	16.681	3															
				VIII						1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VI-VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				V						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
PANETTIERI	39.058	16.455	1															
				VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
PAOLA	39.360	16.040	19															
				VII-VIII			4			1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				IV-V						1659 11 05	22 15 --	38.70	16.25	10.0	10.0	127	142	Calabria centrale
				VI						1783 02 05	12 00 --	38.30	15.97	11.0	11.0	357	1380	Calabria
				VI						1783 02 07	13 10 --	38.58	16.20	10.5	10.5	192	1380	Calabria
				VII-VIII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				V						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				VI						1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				V						1857 12 16	21 15 --	40.35	15.85	11.0	11.0	337	353	Basilicata
				V						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VII						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VIII		397				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				IV						1907 10 23	20 28 19	38.13	16.02	8.5	9.0	271	265	Calabria meridionale
				V-VI						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				F						1910 06 07	02 04 00	40.90	15.42	8.0	9.0	376	108	Irpinia-Basilicata
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				IV						1930 07 23	00 08 00	41.05	15.37	10.0	10.0	511	467	Irpinia
				NF						1978 04 15	23 33 47	38.12	15.02	8.0	8.0	333	46	Golfo di Patti
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
PAPASIDERO	39.871	15.905	3															
				VI-VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
				VII-VIII	80%				1700	1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
PARENTI	39.162	16.410	1															
				VI-VII		10				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
PATERNO CALABRO	39.227	16.264	5															
				X			281	36		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII						1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				IX				14	2606	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII-VIII		191				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	22%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
PEDACE	39.274	16.340	4															
				IX			123	14		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII			6			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI-VII					2535	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VIII		425				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
PEDIVIGLIANO	39.110	16.304	2															
				IX-X			gp	19		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII		76				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
PIANE CRATI	39.233	16.325	6															
				X			92	102		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII						1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VIII-IX				2	807	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				IX			qt	4		1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VIII		125				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
PIETRAFITTA	39.260	16.340	6															
				IX			60			1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII						1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotonese
				VII-VIII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII-IX					2053	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VIII				3		1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VII-VIII		233				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
PIETRAPAOLA	39.486	16.815	1															
				VI-VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
PLATACI	39.899	16.431	1															
				IV						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
PRAIA A MARE	39.898	15.780	2															
				VI-VII						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VII	80					1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
RENDE	39.331	16.182	9															
				IX			139	31		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII				2	5000	1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				IX			gp	54		1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VIII		311		2		1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				V						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				IV						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
ROCCA IMPERIALE MARINA	40.099	16.614	1															
				NF						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
ROCCA IMPERIALE	40.108	15.579	1															
				IV						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
ROGGIANO GRAVINA	39.615	16.157	5															
				VII	63					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII	316			1	3700	1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII		161				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	37%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VIII-IX	250					1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
ROGLIANO	39.177	16.328	10															
				X-XI			qt	437		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII	gp					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				VII				1	4939	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII-VIII						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII		141				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	27%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				V						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				IV						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
ROSE	39.398	16.287	13															
				IX-X			97	6		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VIII			30/73	3		1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotonese
				VIII-IX						1767 07 14	01 05 --	39.38	16.28	8.5	8.5	8	31	Cosentino
				VII-VIII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII				2		1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VI-VII						1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VII						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VIII		178	36			1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				IV						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>I_{max}</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
ROSETO CAPO SPULICO	39.985	16.601	3															
				III						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				NF						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				NF						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
ROSSANO	39.573	16.635	14															
				IX						0951 -- --	-- -- --	39.57	16.63	9.0	9.0	1	10	Rossano
				VII-VIII						1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotone
				VI						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VBI-VII						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotone
				IX	776		370	89	11000-12000	1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VII-VIII				2		1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI-VII		13				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				III						1907 10 23	20 28 19	38.13	16.02	8.5	9.0	271	265	Calabria meridionale
				VI	10%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VI-VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				II						1930 07 23	00 08 00	41.05	15.37	10.0	10.0	511	467	Irpinia
				NF						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
ROTA GRECA	39.467	16.112	4															
				VII	94					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII		109				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
ROVITO	39.307	16.321	6															
				VIII-IX			54			1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII						1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotone
				VII	46					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI-VII						1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VII-VIII						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VII		51				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
SAN BASILE	39.688	15.685	1															
				VI						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
SAN BENEDETTO ULLANO	39.425	16.123	4															
				VII-VIII	47		10			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII-VIII		266				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	14%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
SAN COSMO ALBANESE	35.581	16.42	4															
				VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				III						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
SAN DEMETRIO CORONE	39.567	16.361	7															
				VII						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				VI						1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VII-VIII						1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI-VII		40				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	6-7%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VII-VIII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
SAN DONATO DI NINEA	39.710	16.048	3															
				VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII	212					1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI-VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
SAN FILI	39.338	16.143	6															
				VIII				1		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII	20					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII	22			6	4330	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII-VIII		447				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
SAN GIORGIO ALBANESE	39.581	16.453	5															
				VII-VIII						1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VII-VIII						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VI-VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	27%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
SAN GIOVANNI IN FIORE	39.254	16.698	5															
				IX			42			1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotonese
				VII						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				IV-V						1894 11 16	17 52 00	38.28	15.87	9.0	9.0	299	446	Calabria meridionale
				VI						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				IV						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
SAN LORENZO BELLIZZI	38.887	16.328	3															
				NC						1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VI-VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				IV						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
SAN LORENZO DEL VALLO	39.665	16.295	5															
				VII-VIII				5		1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				VI						1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI-VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
San Lucido	39.306	16.048	9															
				IX						1184 05 24	-- -- --	39.43	16.25	9.0	9.0	6	69	Valle del Crati
				VIII			12	8		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VI						1783 02 05	12 00 --	38.30	15.97	11.0	11.0	357	1380	Calabria
				VI						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI-VII						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VI-VII						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII		200		1		1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				V I-VII						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
SASN MARCO ARGENTANO	39.555	16.119	7															
				VII-VIII						1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215		
				VII-VIII	42					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323		
				VI-VII						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78		
				VII						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142		
				VIII		90		1		1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827		
				VI						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787		
				VII-VIII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151		
				IV						1930 07 23	00 08 00	41.05	15.37	10.0	10.0	511		

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
SAN MARTINO di FINITA	39.489	16.108	5															
				VII	20					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII-VIII	21					1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VIII		178				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI-VII						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
SAN NICOLA ARCELLA	39.857	15.795	3															
				V						1857 12 16	21 15 --	40.35	15.85	11.0	11.0	337	353	Basilicata
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
				VI-VII						1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
San PIETRO in AMANTEA	29.135	16.111	5															
				VIII-IX			19	3		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII	12		5			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI-VII						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII		136	11			1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	7					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
SAN PIETRO in GUARANO	39.342	16.311	10															
				VIII			78	1		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII	14					1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotonese
				VII-VIII			9			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VII						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				IX			gp	20	2200	1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VI-VII						1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VII-VIII			3/374		2675	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII		175				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
SAN SOSTI	30.66	16.027	7															
				VII-VIII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				IV						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII		189				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				III						1907 10 23	20 28 19	38.13	16.02	8.5	9.0	271	265	Calabria meridionale
				VI		5%				1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VI-VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
SAN VINCENZO LA COSTA	39.363	16.,150	2															
				VIII					2143	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII-VIII		254				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
SANGINETO	39.602	15.913	5															
				VII-VIII						1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII		85				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	32%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				IV						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
SANTA CATERINA ALBANESE	39.585	16.070	3															
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII		64				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				V-VI						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
SANTA DOMENICA TALAO	38.818	15.853	4															
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				IV						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI-VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI-VII						1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
SANTA MARIA DEL CEDRO	39.747	15.837	1															
				VI-VII						1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
SANTA SOFIA D'EPIRO	39.545	16.329	10															
				V						1783 02 05	12 00 --	38.30	15.97	11.0	11.0	357	1380	Calabria
				V						1783 02 06	00 20 --	38.22	15.63	8.5	9.5	8	1380	Calabria meridionale-Messina
				IV						1783 02 07	13 10 --	38.58	16.20	10.5	10.5	192	1380	Calabria
				V-VI						1783 03 01	01 40 --	38.77	16.30	9.0	9.5	18	1380	Calabria centrale
				VI-VII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI						1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VI-VII						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI-VII		13				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	27%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
SANTA AGATA DI ESERO	39.619	15.982	6															
				NC						1767 07 14	01 05 --	39.38	16.28	8.5	8.5	8	31	Cosentino
				VII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VIII	280	171				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	3%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VI-VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
SANTO STEFANO DI ROGLIANO	39.192	16.323	6															
				X-XI			242	216	770	1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VIII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				VIII						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VIII-IX				9		1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VIII-IX	80	150		1		1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
SARACENA	39.774	16.156	1															
				VI						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
SCALA COELI	39.445	16.889	5															
				IX			63	24		1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotonese
				VII-VIII	49	17				1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				VIII				1	2000	1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VI	3					1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
SERRITANI	39.237	16.259	1															
				X			24	14		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
SCALEA	39.813	15.791	16															
				VII-VIII						1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				V						1783 02 05	12 00 --	38.30	15.97	11.0	11.0	357	1380	Calabria
				IV						1783 02 07	13 10 --	38.58	16.20	10.5	10.5	192	1380	Calabria
				F						1783 03 01	01 40 --	38.77	16.30	9.0	9.5	18	1380	Calabria centrale
				V-VI						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				NC						1836 11 20	07 30 --	40.15	15.78	8.0	9.0	17	61	Basilicata meridionale
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII-VIII						1857 12 16	21 15 --	40.35	15.85	11.0	11.0	337	353	Basilicata
				IV						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				IV						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI-VII		24				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				IV						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VI						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				V						1930 07 23	00 08 00	41.05	15.37	10.0	10.0	511	467	Irpinia
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
				VII						1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
SERRA D'AIELLO	39.088	16.128	5															
				IX				4		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VI-VII	6					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				V-VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII		84				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
SCIGLIANO	39.126	16.305	7															
				X-XI			qt	796	1025	1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				VII					4270	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				III-IV						1894 11 16	17 52 00	38.28	15.87	9.0	9.0	299	446	Calabria meridionale
				VII-VIII		254				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				III						1978 04 15	23 33 47	38.12	15.02	8.0	8.0	333	46	Golfo di Patti
SERRA PEDACE	39.227	16.346	6															
				VIII-IX			52			1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII			3			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				EE						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VII-VIII		249				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
SPEZZANO ALBANESE	39.669	16.310	7															
				VI						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII						1832 03 08	18 30 --	39.07	16.90	9.5	10.0	78	653	Crotonese
				VI						1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII		134				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				IV						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
SPEZZANO DELLA SILA o Spezzano Grande	39.299	16.340	9															
				VIII			141	2		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII			4			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII					2628	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VI-VII						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI	27%					1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				V						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				IV-V						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
SPEZZANO PICCOLO	39.288	16.343	2															
				VIII			34			1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII		290				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>Imax</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
TARSIA	39.617	16.272	5															
				VI						1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				V-VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
TERRANOVA DA SIBARI	39.656	16.340	4															
				VII-VIII						1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VI						1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VI						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
TERRAVECCHIA	39.465	16.946	1															
				VII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
TORANO CASTELLO	39.504	16.146	5															
				VII-VIII	59					1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VI-VII						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VII-VIII		199				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VIII		17				1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				IV						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
TORTORA	39.941	15.804	5															
				VI						1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VIII						1857 12 16	21 15 --	40.35	15.85	11.0	11.0	337	353	Basilicata
				VI						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI-VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VII						1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
TREBISACCE	39.865	16.531	6															
				NF						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				IV						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				III						1908 12 28	04 20 27	38.15	15.68	11.0	11.0	787	613	Calabria meridionale-Messina
				IV						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				NF						1947 05 11	06 32 15	38.65	16.52	8.0	9.0	254	65	Calabria centrale
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
TRENTA	39.282	16.320	6															
				VIII-IX			68			1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII						1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII				7		1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VII		210				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				NF						1941 05 22	06 16 00	38.80	15.23	7.5	7.5	7	10	Stromboli
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata

<i>Nome</i>	<i>lat</i>	<i>long</i>	<i>n</i>	<i>I</i>	<i>le</i>	<i>ri</i>	<i>cr</i>	<i>m</i>	<i>pop</i>	<i>date</i>	<i>time</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Io</i>	<i>I_{max}</i>	<i>sites</i>	<i>ref</i>	<i>epicentral zone</i>
VACCARIZZO ALBANESE	39.586	16.433	3															
				VII-VIII						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VII						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VII	40					1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
VERBICARO	39.756	15.812	5															
				V						1887 12 03	03 45 00	39.57	16.22	8.0	9.0	142	188	Calabria settentrionale
				VI						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
				VI-VII						1913 06 28	08 53 02	39.53	16.23	8.0	8.5	151	392	Calabria settentrionale
				V						1980 11 23	18 34 52	40.85	15.28	10.0	10.0	1319	137	Irpinia-Basilicata
				VII	10%					1982 03 21	09 44 01	40.00	15.77	7.5	7.5	126	19	Golfo di Policastro
VILLAPIANA	39.844	16.456	1															
				V						1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria
ZUMPARNO	39.310	16.291	8															
				VIII-IX			117	10		1638 03 27	15 05 --	39.05	16.28	11.0	11.0	215	259	Calabria
				VII-VIII			22			1638 06 08	09 45 --	39.28	16.82	10.0	10.0	41	259	Crotonese
				VIII			13			1783 03 28	18 55 --	38.78	16.47	11.0	11.0	323	1380	Calabria
				VIII					1135	1835 10 12	22 35 --	39.33	16.30	9.0	10.0	34	264	Cosentino
				VI-VII						1836 04 25	00 20 --	39.57	16.73	9.0	10.0	46	150	Calabria settentrionale
				VIII				3	1117	1854 02 12	17 50 --	39.25	16.30	10.0	10.0	89	419	Cosentino
				VIII						1870 10 04	16 55 --	39.22	16.33	9.5	10.0	56	123	Cosentino
				VII		113				1905 09 08	01 43 11	38.67	16.07	10.0	10.5	827	787	Calabria

Tabella.B

Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni della provincia di Cosenza. Tali risultati sono stati ottenuti dall'elaborazione dei dati di Tabella. A.

n°	Codice Istat	Comune	Lat	Lon	I _{max}
1	18078001	ACQUAFORMOSA	39,72162	16,08983	7
2	18078002	ACQUAPPESA	39,49324	15,95386	8
3	18078003	ACRI	39,49054	16,38568	8
4	18078004	AIELLO CALABRO	39,11656	16,16607	>=10
5	18078005	AIETA	39,92758	15,82328	8
6	18078006	ALBIDONA	39,92240	16,46914	7
7	18078007	ALESSANDRIA DEL CARRETTO	39,95811	16,37996	7
8	18078008	ALTILIA	39,12861	16,25231	>=10
9	18078009	ALTOMONTE	39,69821	16,13095	8
10	18078010	AMANTEA	39,13165	16,08075	9
11	18078011	AMENDOLARA	39,95201	16,58125	7
12	18078012	APRIGLIANO	39,23964	16,34174	9
13	18078013	BELMONTE CALABRO	39,16025	16,07943	9
14	18078014	BELSITO	39,17376	16,28725	>=10
15	18078015	BELVEDERE MARITTIMO	39,61791	15,86253	9
16	18078016	BIANCHI	39,10023	16,40969	9
17	18078017	BISIGNANO	39,51250	16,28519	9
18	18078018	BOCCHIGLIERO	39,41833	16,75071	9
19	18078019	BONIFATI	39,58571	15,90213	8
20	18078020	BUONVICINO	39,68852	15,88458	8
21	18078021	CALOPEZZATI	39,55990	16,80236	9
22	18078022	CALOVETO	39,50463	16,76046	9
23	18078023	CAMPANA	39,41136	16,82389	9
24	18078024	CANNA	40,09392	16,50465	7
25	18078025	CARIATI	39,49682	16,94904	9
26	18078026	CAROLEI	39,25270	16,21826	>=10
27	18078027	CARPANZANO	39,14708	16,30350	>=10
28	18078028	CASOLE BRUZIO	39,28107	16,33108	9
29	18078029	CASSANO ALLO IONIO	39,78389	16,31759	7
30	18078030	CASTIGLIONE COSENTINO	39,35123	16,28789	>=10
31	18078031	CASTROLIBERO	39,30743	16,19382	9
32	18078032	CASTROREGIO	39,99189	16,47803	7
33	18078033	CASTROVILLARI	39,81417	16,20241	7
34	18078034	CELICO	39,30923	16,34032	9
35	18078035	CELLARA	39,21756	16,33378	>=10
36	18078036	CERCHIARA DI CALABRIA	39,85879	16,38326	7
37	18078037	CERISANO	39,27590	16,17524	9

n°	Codice Istat	Comune	Lat	Lon	Imax
38	18078038	CERVICATI	39,54179	16,12790	9
39	18078039	CERZETO	39,50710	16,11540	9
40	18078040	CETRARO	39,51606	15,94072	8
41	18078041	CIVITA	39,82680	16,31324	7
42	18078042	CLETO	39,09032	16,15781	>=10
43	18078043	COLOSIMI	39,11881	16,39828	9
44	18078044	CORIGLIANO CALABRO	39,59629	16,51854	8
45	18078045	COSENZA	39,30294	16,25155	>=10
46	18078046	CROPALATI	39,51577	16,72557	9
47	18078047	CROSIA	39,56610	16,77268	9
48	18078048	DIAMANTE	39,67780	15,82036	7
49	18078049	DIPIGNANO	39,23661	16,25238	>=10
50	18078050	DOMANICO	39,21644	16,20591	>=10
51	18078051	FAGNANO CASTELLO	39,56352	16,05411	8
52	18078052	FALCONARA ALBANESE	39,27489	16,09149	9
53	18078053	FIGLINE VEGLIATURO	39,22477	16,33089	>=10
54	18078054	FIRMO	39,72128	16,17586	7
55	18078055	FIUMEFREDDO BRUZIO	39,23469	16,06638	9
56	18078056	FRANCAVILLA MARITTIMA	39,81803	16,38598	7
57	18078057	FRASCINETO	39,83424	16,26133	7
58	18078058	FUSCALDO	39,41476	16,03037	8
59	18078059	GRIMALDI	39,14213	16,23496	>=10
60	18078060	GRISOLIA	39,72478	15,85702	7
61	18078061	GUARDIA PIEMONTESE	39,46532	15,99935	8
62	18078062	LAGO	39,16859	16,14676	>=10
63	18078063	LAINO BORGO	39,95371	15,97439	8
64	18078064	LAINO CASTELLO	39,94673	15,97336	7
65	18078065	LAPPANO	39,31903	16,31230	>=10
66	18078066	LATTARICO	39,45732	16,13467	9
67	18078067	LONGOBARDI	39,20619	16,07649	9
68	18078068	LONGOBUCCO	39,44866	16,61084	9
69	18078069	LUNGRO	39,74179	16,12161	7
70	18078070	LUZZI	39,44550	16,28785	9
71	18078071	MAIERA`	39,71554	15,85104	7
72	18078072	MALITO	39,15361	16,24797	>=10
73	18078073	MALVITO	39,59718	16,05262	8
74	18078074	MANDATORICCIO	39,46766	16,83526	9
75	18078075	MANGONE	39,20281	16,33394	>=10
76	18078076	MARANO MARCHESATO	39,31341	16,17193	9
77	18078077	MARANO PRINCIPATO	39,29911	16,17511	9
78	18078078	MARZI	39,17060	16,30591	>=10
79	18078079	MENDICINO	39,26036	16,19321	9
80	18078080	MONGRASSANO	39,52590	16,11089	9

n°	Codice Istat	Comune	Lat	Lon	Imax
81	18078081	MONTALTO UFFUGO	39,40519	16,15782	9
82	18078082	MONTEGIORDANO	40,04257	16,53491	7
83	18078083	MORANO CALABRO	39,84381	16,13575	7
84	18078084	MORMANNO	39,88930	15,98897	7
85	18078085	MOTTAFOLLONE	39,64808	16,06372	8
86	18078086	NOCARA	40,09887	16,48279	7
87	18078087	ORIOLO	40,05225	16,44741	7
88	18078088	ORSOMARSO	39,79888	15,90889	7
89	18078089	PALUDI	39,52939	16,68213	9
90	18078090	PANETTIERI	39,05844	16,45516	9
91	18078091	PAOLA	39,36025	16,04051	8
92	18078092	PAPASIDERO	39,87118	15,90591	7
93	18078093	PARENTI	39,16228	16,41000	9
94	18078094	PATERNO CALABRO	39,22760	16,26497	>=10
95	18078095	PEDACE	39,27432	16,34006	9
96	18078096	PEDIVIGLIANO	39,11025	16,30493	>=10
97	18078097	PIANE CRATI	39,23311	16,32521	>=10
98	18078098	PIETRAFITTA	39,26047	16,34035	9
99	18078099	PIETRAPAOLA	39,48625	16,81502	9
100	18078100	PLATACI	39,89988	16,43122	7
101	18078101	PRAIA A MARE	39,89833	15,78048	8
102	18078102	RENDE	39,33131	16,18296	9
103	18078103	ROCCA IMPERIALE	40,10911	16,57936	7
104	18078104	ROGGIANO GRAVINA	39,61510	16,15738	9
105	18078105	ROGLIANO	39,17758	16,32299	>=10
106	18078106	ROSE	39,39854	16,28790	>=10
107	18078107	ROSETO CAPO SPULICO	39,98592	16,60186	7
108	18078108	ROSSANO	39,57365	16,63516	>=10
109	18078109	ROTA GRECA	39,46734	16,11287	9
110	18078110	ROVITO	39,30766	16,32128	>=10
111	18078111	SAN BASILE	39,80822	16,16386	7
112	18078112	SAN BENEDETTO ULLANO	39,42590	16,12349	9
113	18078113	SAN COSMO ALBANESE	39,58221	16,42009	8
114	18078114	SAN DEMETRIO CORONE	39,56757	16,36219	8
115	18078115	SAN DONATO DI NINEA	39,71082	16,04851	8
116	18078116	SAN FILI	39,33841	16,14388	9
117	18078117	SANGINETO	39,60429	15,91334	8
118	18078118	SAN GIORGIO ALBANESE	39,58175	16,45385	8
119	18078119	SAN GIOVANNI IN FIORE	39,25438	16,69898	9
120	18078120	SAN LORENZO BELLIZZI	39,88794	16,32904	7
121	18078121	SAN LORENZO DEL VALLO	39,66576	16,29536	8
122	18078122	SAN LUCIDO	39,30687	16,04882	9
123	18078123	SAN MARCO ARGENTANO	39,55609	16,11931	9

n°	Codice Istat	Comune	Lat	Lon	Imax
124	18078124	SAN MARTINO DI FINITA	39,48942	16,10821	9
125	18078125	SAN NICOLA ARCELLA	39,84730	15,79509	8
126	18078126	SAN PIETRO IN AMANTEA	39,13570	16,11198	>=10
127	18078127	SAN PIETRO IN GUARANO	39,34223	16,31123	>=10
128	18078128	SAN SOSTI	39,66048	16,02759	8
129	18078129	SANTA CATERINA ALBANESE	39,58513	16,07095	8
130	18078130	SANTA DOMENICA TALAO	39,81914	15,85545	7
131	18078131	SANT'AGATA DI ESARO	39,61926	15,98288	8
132	18078132	SANTA MARIA DEL CEDRO	39,74752	15,83745	7
133	18078133	SANTA SOFIA D'EPIRO	39,54604	16,32932	8
134	18078134	SANTO STEFANO DI ROGLIANO	39,19301	16,32402	>=10
135	18078135	SAN VINCENZO LA COSTA	39,36398	16,15100	9
136	18078136	SARACENA	39,77489	16,15655	7
137	18078137	SCALA COELI	39,44516	16,88960	9
138	18078138	SCALEA	39,81385	15,79193	8
139	18078139	SCIGLIANO	39,12681	16,30581	>=10
140	18078140	SERRA D'AIELLO	39,08909	16,12862	>=10
141	18078141	SERRA PEDACE	39,27726	16,34614	9
142	18078142	SPEZZANO ALBANESE	39,66959	16,31088	8
143	18078143	SPEZZANO DELLA SILA	39,29932	16,34019	9
144	18078144	SPEZZANO PICCOLO	39,28885	16,34324	9
145	18078145	TARSIA	39,61723	16,27233	8
146	18078146	TERRANOVA DA SIBARI	39,65652	16,34037	8
147	18078147	TERRAVECCHIA	39,46530	16,94639	9
148	18078148	TORANO CASTELLO	39,50440	16,14666	9
149	18078149	TORTORA	39,94122	15,80441	8
150	18078150	TREBISACCE	39,86577	16,53119	7
151	18078151	TRENTA	39,28299	16,32083	>=10
152	18078152	VACCARIZZO ALBANESE	39,58648	16,43312	8
153	18078153	VERBICARO	39,75631	15,91223	7
154	18078154	VILLAPIANA	39,84458	16,45626	7
155	18078155	ZUMPARNO	39,31003	16,29114	>=10

Tabella. C

Vecchia classificazione sismica dei comuni della provincia di Cosenza a confronto con la nuova ordinanza n. 3274/03.

n°	Codice Istat	Comune	Lat	Lon	S	Categoria	Zona
1	18078001	ACQUAFORMOSA	39,72162	16,08983	9	2	2
2	18078002	ACQUAPPESA	39,49324	15,95386	9	2	2
3	18078003	ACRI	39,49054	16,38568	9	2	2
4	18078004	AIELLO CALABRO	39,11656	16,16607	9	2	1
5	18078005	AIETA	39,92758	15,82328	9	2	2
6	18078006	ALBIDONA	39,92240	16,46914	9	2	2
7	18078007	ALESSANDRIA DEL CARRETTO	39,95811	16,37996	9	2	2
8	18078008	ALTILIA	39,12861	16,25231	9	2	1
9	18078009	ALTOMONTE	39,69821	16,13095	9	2	2
10	18078010	AMANTEA	39,13165	16,08075	9	2	1
11	18078011	AMENDOLARA	39,95201	16,58125	9	2	2
12	18078012	APRIGLIANO	39,23964	16,34174	9	2	1
13	18078013	BELMONTE CALABRO	39,16025	16,07943	9	2	1
14	18078014	BELSITO	39,17376	16,28725	9	2	1
15	18078015	BELVEDERE MARITTIMO	39,61791	15,86253	9	2	2
16	18078016	BIANCHI	39,10023	16,40969	9	2	1
17	18078017	BISIGNANO	39,51250	16,28519	9	2	1
18	18078018	BOCCHIGLIERO	39,41833	16,75071	9	2	2
19	18078019	BONIFATI	39,58571	15,90213	9	2	2
20	18078020	BUONVICINO	39,68852	15,88458	9	2	2
21	18078021	CALOPEZZATI	39,55990	16,80236	9	2	2
22	18078022	CALOVETO	39,50463	16,76046	9	2	2
23	18078023	CAMPANA	39,41136	16,82389	9	2	2
24	18078024	CANNA	40,09392	16,50465	9	2	2
25	18078025	CARIATI	39,49682	16,94904	9	2	2
26	18078026	CAROLEI	39,25270	16,21826	9	2	1
27	18078027	CARPANZANO	39,14708	16,30350	9	2	1
28	18078028	CASOLE BRUZIO	39,28107	16,33108	9	2	1
29	18078029	CASSANO ALLO IONIO	39,78389	16,31759	9	2	2
30	18078030	CASTIGLIONE COSENTINO	39,35123	16,28789	9	2	1
31	18078031	CASTROLIBERO	39,30743	16,19382	9	2	1
32	18078032	CASTROREGIO	39,99189	16,47803	9	2	2
33	18078033	CASTROVILLARI	39,81417	16,20241	9	2	2
34	18078034	CELICO	39,30923	16,34032	9	2	1
35	18078035	CELLARA	39,21756	16,33378	9	2	1
36	18078036	CERCHIARA DI CALABRIA	39,85879	16,38326	9	2	2

n°	Codice Istat	Comune	Lat	Lon	S	Categoria	Zona
37	18078037	CERISANO	39,27590	16,17524	9	2	1
38	18078038	CERVICATI	39,54179	16,12790	9	2	1
39	18078039	CERZETO	39,50710	16,11540	9	2	1
40	18078040	CETRARO	39,51606	15,94072	9	2	2
41	18078041	CIVITA	39,82680	16,31324	9	2	2
42	18078042	CLETO	39,09032	16,15781	9	2	1
43	18078043	COLOSIMI	39,11881	16,39828	9	2	1
44	18078044	CORIGLIANO CALABRO	39,59629	16,51854	9	2	2
45	18078045	COSENZA	39,30294	16,25155	9	2	1
46	18078046	CROPALATI	39,51577	16,72557	9	2	2
47	18078047	CROSIA	39,56610	16,77268	9	2	2
48	18078048	DIAMANTE	39,67780	15,82036	9	2	2
49	18078049	DIPIGNANO	39,23661	16,25238	9	2	1
50	18078050	DOMANICO	39,21644	16,20591	9	2	1
51	18078051	FAGNANO CASTELLO	39,56352	16,05411	9	2	2
52	18078052	FALCONARA ALBANESE	39,27489	16,09149	9	2	1
53	18078053	FIGLINE VEGLIATURO	39,22477	16,33089	9	2	1
54	18078054	FIRMO	39,72128	16,17586	9	2	2
55	18078055	FIUMEFREDDO BRUZIO	39,23469	16,06638	9	2	1
56	18078056	FRANCAVILLA MARITTIMA	39,81803	16,38598	9	2	2
57	18078057	FRASCINETO	39,83424	16,26133	9	2	2
58	18078058	FUSCALDO	39,41476	16,03037	9	2	2
59	18078059	GRIMALDI	39,14213	16,23496	9	2	1
60	18078060	GRISOLIA	39,72478	15,85702	9	2	2
61	18078061	GUARDIA PIEMONTESE	39,46532	15,99935	9	2	2
62	18078062	LAGO	39,16859	16,14676	9	2	1
63	18078063	LAINO BORGO	39,95371	15,97439	9	2	2
64	18078064	LAINO CASTELLO	39,94673	15,97336	9	2	2
65	18078065	LAPPANO	39,31903	16,31230	9	2	1
66	18078066	LATTARICO	39,45732	16,13467	9	2	1
67	18078067	LONGOBARDI	39,20619	16,07649	9	2	1
68	18078068	LONGOBUCCO	39,44866	16,61084	9	2	2
69	18078069	LUNGRO	39,74179	16,12161	9	2	2
70	18078070	LUZZI	39,44550	16,28785	9	2	1
71	18078071	MAIERA`	39,71554	15,85104	9	2	2
72	18078072	MALITO	39,15361	16,24797	9	2	1
73	18078073	MALVITO	39,59718	16,05262	9	2	2
74	18078074	MANDATORICCIO	39,46766	16,83526	9	2	2
75	18078075	MANGONE	39,20281	16,33394	9	2	1
76	18078076	MARANO MARCHESATO	39,31341	16,17193	9	2	1
77	18078077	MARANO PRINCIPATO	39,29911	16,17511	9	2	1
78	18078078	MARZI	39,17060	16,30591	9	2	1

n°	Codice Istat	Comune	Lat	Lon	S	Categoria	Zona
79	18078079	MENDICINO	39,26036	16,19321	9	2	1
80	18078080	MONGRASSANO	39,52590	16,11089	9	2	1
81	18078081	MONTALTO UFFUGO	39,40519	16,15782	9	2	1
82	18078082	MONTEGIORDANO	40,04257	16,53491	9	2	2
83	18078083	MORANO CALABRO	39,84381	16,13575	9	2	2
84	18078084	MORMANNO	39,88930	15,98897	9	2	2
85	18078085	MOTTAFOLLONE	39,64808	16,06372	9	2	2
86	18078086	NOCARA	40,09887	16,48279	9	2	2
87	18078087	ORIOLO	40,05225	16,44741	9	2	2
88	18078088	ORSOMARSO	39,79888	15,90889	9	2	2
89	18078089	PALUDI	39,52939	16,68213	9	2	2
90	18078090	PANETTIERI	39,05844	16,45516	9	2	1
91	18078091	PAOLA	39,36025	16,04051	9	2	2
92	18078092	PAPASIDERO	39,87118	15,90591	9	2	2
93	18078093	PARENTI	39,16228	16,41000	9	2	1
94	18078094	PATERNO CALABRO	39,22760	16,26497	9	2	1
95	18078095	PEDACE	39,27432	16,34006	9	2	1
96	18078096	PEDIVIGLIANO	39,11025	16,30493	9	2	1
97	18078097	PIANE CRATI	39,23311	16,32521	9	2	1
98	18078098	PIETRAFITTA	39,26047	16,34035	9	2	1
99	18078099	PIETRAPAOLA	39,48625	16,81502	9	2	2
100	18078100	PLATACI	39,89988	16,43122	9	2	2
101	18078101	PRAIA A MARE	39,89833	15,78048	9	2	2
102	18078102	RENDE	39,33131	16,18296	9	2	1
103	18078103	ROCCA IMPERIALE	40,10911	16,57936	9	2	2
104	18078104	ROGGIANO GRAVINA	39,61510	16,15738	9	2	2
105	18078105	ROGLIANO	39,17758	16,32299	9	2	1
106	18078106	ROSE	39,39854	16,28790	9	2	1
107	18078107	ROSETO CAPO SPULICO	39,98592	16,60186	9	2	2
108	18078108	ROSSANO	39,57365	16,63516	9	2	2
109	18078109	ROTA GRECA	39,46734	16,11287	9	2	1
110	18078110	ROVITO	39,30766	16,32128	9	2	1
111	18078111	SAN BASILE	39,80822	16,16386	9	2	2
112	18078112	SAN BENEDETTO ULLANO	39,42590	16,12349	9	2	1
113	18078113	SAN COSMO ALBANESE	39,58221	16,42009	9	2	2
114	18078114	SAN DEMETRIO CORONE	39,56757	16,36219	9	2	2
115	18078115	SAN DONATO DI NINEA	39,71082	16,04851	9	2	2
116	18078116	SAN FILI	39,33841	16,14388	9	2	1
117	18078117	SANGINETO	39,60429	15,91334	9	2	2
118	18078118	SAN GIORGIO ALBANESE	39,58175	16,45385	9	2	2
119	18078119	SAN GIOVANNI IN FIORE	39,25438	16,69898	9	2	2
120	18078120	SAN LORENZO BELLIZZI	39,88794	16,32904	9	2	2

n°	Codice Istat	Comune	Lat	Lon	S	Categoria	Zona
121	18078121	SAN LORENZO DEL VALLO	39,66576	16,29536	9	2	2
122	18078122	SAN LUCIDO	39,30687	16,04882	9	2	1
123	18078123	SAN MARCO ARGENTANO	39,55609	16,11931	9	2	1
124	18078124	SAN MARTINO DI FINITA	39,48942	16,10821	9	2	1
125	18078125	SAN NICOLA ARCELLA	39,84730	15,79509	9	2	2
126	18078126	SAN PIETRO IN AMANTEA	39,13570	16,11198	9	2	1
127	18078127	SAN PIETRO IN GUARANO	39,34223	16,31123	9	2	1
128	18078128	SAN SOSTI	39,66048	16,02759	9	2	2
129	18078129	SANTA CATERINA ALBANESE	39,58513	16,07095	9	2	2
130	18078130	SANTA DOMENICA TALAO	39,81914	15,85545	9	2	2
131	18078131	SANT AGATA DI ESARO	39,61926	15,98288	9	2	2
132	18078132	SANTA MARIA DEL CEDRO	39,74752	15,83745	9	2	2
133	18078133	SANTA SOFIA D'EPIRO	39,54604	16,32932	9	2	2
134	18078134	SANTO STEFANO DI ROGLIANO	39,19301	16,32402	9	2	1
135	18078135	SAN VINCENZO LA COSTA	39,36398	16,15100	9	2	1
136	18078136	SARACENA	39,77489	16,15655	9	2	2
137	18078137	SCALA COELI	39,44516	16,88960	9	2	2
138	18078138	SCALEA	39,81385	15,79193	9	2	2
139	18078139	SCIGLIANO	39,12681	16,30581	9	2	1
140	18078140	SERRA D' AIELLO	39,08909	16,12862	9	2	1
141	18078141	SERRA PEDACE	39,27726	16,34614	9	2	1
142	18078142	SPEZZANO ALBANESE	39,66959	16,31088	9	2	2
143	18078143	SPEZZANO DELLA SILA	39,29932	16,34019	9	2	1
144	18078144	SPEZZANO PICCOLO	39,28885	16,34324	9	2	1
145	18078145	TARSIA	39,61723	16,27233	9	2	2
146	18078146	TERRANOVA DA SIBARI	39,65652	16,34037	9	2	2
147	18078147	TERRAVECCHIA	39,46530	16,94639	9	2	2
148	18078148	TORANO CASTELLO	39,50440	16,14666	9	2	1
149	18078149	TORTORA	39,94122	15,80441	9	2	2
150	18078150	TREBISACCE	39,86577	16,53119	9	2	2
151	18078151	TRENTA	39,28299	16,32083	9	2	1
152	18078152	VACCARIZZO ALBANESE	39,58648	16,43312	9	2	2
153	18078153	VERBICARO	39,75631	15,91223	9	2	2
154	18078154	VILLAPIANA	39,84458	16,45626	9	2	2
155	18078155	ZUMPANO	39,31003	16,29114	9	2	1

CHECK-LIST

CHECK - LIST															COMUNE		Squadra		LISTA n.												
ISTAT COMUNE															Data																
ISTAT LOCALITA'															PARTE "A VISTA"																
DATI GENERALI																															
IDEN TIFICATIVO MARIS	PROGRESSIVO	LOCALIZZAZIONE	CODICE	CARTOGRAFIA DI RIFERIMENTO			N° RIFER IN CARTA	DENOMINAZIONE	LOCALITA' O INDIRIZZO	QUOTA	FOTO			POSIZIONE	ACCESSIB		MORFOLOGIA	STATO CONSERV.	DESTINAZIONE	CONSISTENZA			UTILIZZAZIONE	VINCOLO	PROPRIETA'	DOCUMENTAZIONE	CODICE T.O.I.	PARCO	DATAZIONE		
				QUA	FOG	TAV					ALL	n° Foti	n° foto		distan.	sito				edificio	LU (m.)	LA (m.)								H (m.)	
	1																														
	2																														
	3																														
	4																														
	5																														
	6																														
	7																														
	8																														
	9																														
	10																														
	11																														
	12																														
	13																														
	14																														
	15																														
NOTE (indicare, richiamando il n° progressivo, le eventuali DENOMINAZIONI storiche, le eventuali modalità per l'ACCESSIBILITA' all'edificio e la fonte della DATAZIONE)																															

Scheda di 1° livello

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DAI TERREMOTI (G.N.D.T.) – C.N.R.

Scheda di 1° livello per il rilevamento dell'esposizione e della vulnerabilità degli edifici



Sezione 1 – DATI RELATIVI ALLA SCHEDA Codice ISTAT Provincia ¹ Codice ISTAT Comune ³ Comune		Scheda n° ⁶ Data ¹¹ Squadra ¹⁷ Prescheda																																																																																	
Sezione 2 – LOCALIZZAZIONE EDIFICIO Codice ISTAT sezione Censuaria ¹⁹ RIFERIMENTO CATASTALE Foglio ²² Mappale ²⁵ Particella ²⁸ CARTOGRAFIA DI RILEVAZIONE Foglio ³² Aggregato strutturale ³⁴ Edificio ³⁸ URBANISTICA Zona di piano ⁴⁰ Piano attuativo ⁴¹ Vincoli ⁴²		Aggregato strutturale Edificio 0 via, viale 1 corso 2 vicolo 3 piazza, largo ⁴³ 4 località Nome ⁴⁴ N° civico ⁵⁶ N° accessi ⁶⁰ N° fronti a comune ⁶²																																																																																	
Sezione 3 – DATI METRICI Superficie media coperta (mq) N° piani a superficie media coperta uguale Altezza media interpiano (m) N° piani ad altezza media interp. uguale		Altezza massima fuori terra valutata alla gronda (m) ⁹⁸ Altezza minima fuori terra valutata alla gronda (m) ¹⁰¹ Larghezza stradale fronte principale (m) ¹⁰⁴																																																																																	
Sezione 4 – USO Totale unità d'uso ¹⁰⁶ Stato dell'edificio ¹⁰⁸ F finito N non finito C in costruzione Totale unità d'uso ¹⁰⁹ 1 totalmente utilizzato 2 parzialmente utilizzato 3 non utilizzato 4 abbandonato		Proprietà ¹¹⁰ Conduzione prevalente ¹¹¹ 1 diretta 2 in locazione																																																																																	
1 si 2 no ¹¹² Abitazioni occupate ¹¹³ N° ¹¹⁵ Sup.% ¹¹⁵		Abitazioni libere ¹¹⁶ N° ¹¹⁸ Sup.% ¹¹⁸ Abitazioni occup. salt. ¹¹⁹ N° ¹²¹ Sup.% ¹²¹																																																																																	
Att. produttive ¹²² 1 si 2 no Servizi pubblici ¹²³ 1 si 2 no Denomin. edificio ¹²⁴		Unità d'uso <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Unità d'uso</th> <th colspan="4">Intensità d'uso</th> <th rowspan="2">Bacino Di utenza</th> </tr> <tr> <th>N°</th> <th>Codice</th> <th>Tipo</th> <th>Sup.%</th> <th colspan="2">Periodo di utilizzazione</th> <th colspan="2">Utilizzazione Potenziale</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Mesi</th> <th>giorni</th> <th>media</th> <th>max</th> <th>h/gg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>138</td> <td>140</td> <td>143</td> <td>144</td> <td>145</td> <td>150</td> <td>157</td> <td>159</td> <td></td> </tr> <tr> <td>160</td> <td>162</td> <td>165</td> <td>166</td> <td>167</td> <td>172</td> <td>179</td> <td>181</td> <td></td> </tr> <tr> <td>182</td> <td>184</td> <td>187</td> <td>188</td> <td>189</td> <td>194</td> <td>201</td> <td>203</td> <td></td> </tr> <tr> <td>204</td> <td>206</td> <td>209</td> <td>210</td> <td>211</td> <td>216</td> <td>223</td> <td>225</td> <td></td> </tr> <tr> <td>226</td> <td>228</td> <td>231</td> <td>232</td> <td>233</td> <td>238</td> <td>245</td> <td>247</td> <td></td> </tr> <tr> <td>248</td> <td>250</td> <td>253</td> <td>254</td> <td>255</td> <td>260</td> <td>267</td> <td>269</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Unità d'uso				Intensità d'uso				Bacino Di utenza	N°	Codice	Tipo	Sup.%	Periodo di utilizzazione		Utilizzazione Potenziale						Mesi	giorni	media	max	h/gg	138	140	143	144	145	150	157	159		160	162	165	166	167	172	179	181		182	184	187	188	189	194	201	203		204	206	209	210	211	216	223	225		226	228	231	232	233	238	245	247		248	250	253	254	255	260	267	269	
Unità d'uso				Intensità d'uso				Bacino Di utenza																																																																											
N°	Codice	Tipo	Sup.%	Periodo di utilizzazione		Utilizzazione Potenziale																																																																													
				Mesi	giorni	media	max	h/gg																																																																											
138	140	143	144	145	150	157	159																																																																												
160	162	165	166	167	172	179	181																																																																												
182	184	187	188	189	194	201	203																																																																												
204	206	209	210	211	216	223	225																																																																												
226	228	231	232	233	238	245	247																																																																												
248	250	253	254	255	260	267	269																																																																												

Scheda di 1° livello per il rilevamento dell'esposizione e della vulnerabilità degli edifici

Sezione 5 – ETÀ DELLA COSTRUZIONE – INTERVENTI				Sezione 6 – STATO DELLE FINITURE E IMPIANTI																																																					
Classi di età A prima del '19 B '19 '45 C '46 '60 D '61 '71 E '72 '81 F dopo l' '81 G H				INTERVENTI <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th>Norme tecniche precedenti</th> <th>Ademp. Antisism. D.M. 241186</th> <th>Migli. Antisism. D.M. 241186</th> <th>Interv. Non antisismico</th> </tr> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>I</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>E</td> <td>F</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>J</td> <td>K</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>N</td> <td>O</td> <td>P</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>R</td> <td>S</td> <td>T</td> </tr> </table>		Norme tecniche precedenti	Ademp. Antisism. D.M. 241186	Migli. Antisism. D.M. 241186	Interv. Non antisismico	A	B	I	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	Classe di età di costr. 270 Classe di età ultimo intervento significat. 271 Tipo ultimo int. signif. 272 R = in deroga (Art.30 L. 64/74)																											
Norme tecniche precedenti	Ademp. Antisism. D.M. 241186	Migli. Antisism. D.M. 241186	Interv. Non antisismico																																																						
A	B	I	C																																																						
D	E	F	G																																																						
H	J	K	L																																																						
M	N	O	P																																																						
Q	R	S	T																																																						
Sezione 7 – TIPOLOGIA STRUTTURALE				Sezione 6 – STATO DELLE FINITURE E IMPIANTI E Efficiente Intonaci e paramenti esterni 273 N Non efficiente Infissi esterni 274 Z Non esistenti Impianto elettrico 275 Impianto idrico 276 Finiture interne (intonaci, pavim., ..) 277 Riscaldamento 278 Servizi igienici 279																																																					
Strutture verticali A Muratura a sacco B Muratura a sacco con spigoli, mazzette, ricorsi C Muratura pietra sbazzata D Muratura pietra sbazzata con rinforzi c.s. E Muratura pietre arrotondate F Muratura pietre arrotondate con rinforzi c.s. G Muratura blocchetti tufo, pietra ben squadrate H Muratura blocchetti calcestruzzo inerti pesanti I Muratura blocchetti calcestruzzo inerti leggeri L Muratura mattoni pieni o multifon M Muratura mattoni forati N Pareti calcestruzzo non armato O Pareti calcestruzzo armato P Telai di c.a. non tamponati Q Telai di c.a. con tamponature deboli R Telai di c.a. con tamponature consistenti S Ossatura metallica T Miste U V				Strutture orizzontali A Legno B Legno con catene C Putrelle e voltine o tavelloni D Putrelle e voltine o tavelloni con catene E Laterocemento o solette in c.a. F Volte senza catene G Volte con catene H Miste volte solai I Miste volte solai con catene L																																																					
Scale 0 Struttura appoggiata in legno 1 Struttura a sbalzo in legno 2 Struttura appoggiata in acciaio 3 Struttura a sbalzo in acciaio 4 Struttura appoggiata in pietra o laterizio 5 Struttura a sbalzo in pietra o laterizio 6 Volta appoggiata in muratura 7 Volta a sbalzo in muratura 8 Struttura appoggiata in c.a. 9 Struttura a sbalzo in c.a.				Coperture M Legno spingente N Legno "poco spingente" (vedi manuale) O Legno a spinta eliminata o travi orizz. P Laterocemento o solette in c.a. Q Acciaio spingente R Acciaio non spingente S Mista spingente T Mista non spingente U																																																					
Tipologia strutturale prevalente 280 1 Tipologia specialistica (capannoni, chiese, ...) 2 Muratura o mista 3 Calcestruzzo armato 4 acciaio 5 altro				Tipologia strutturale N° piani a tipologia strutturale uguale <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>281</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>285</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>289</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>293</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>297</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verticale</td> <td>Scale</td> <td>Orizz. e cop.</td> <td></td> </tr> </table>				281				285				289				293				297				Verticale	Scale	Orizz. e cop.																											
281																																																									
285																																																									
289																																																									
293																																																									
297																																																									
Verticale	Scale	Orizz. e cop.																																																							
Sezione 8 – ESTENSIONE E LIVELLO DEL DANNO				Sezione 6 – STATO DELLE FINITURE E IMPIANTI E Efficiente Intonaci e paramenti esterni 273 N Non efficiente Infissi esterni 274 Z Non esistenti Impianto elettrico 275 Impianto idrico 276 Finiture interne (intonaci, pavim., ..) 277 Riscaldamento 278 Servizi igienici 279																																																					
Evento in data 301 1 sisma 307 2 altro Danni a impianti 1 sì 388 2 no				Estensione del danno <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>0</td> <td>≤ 10%</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>10< ≤ 20%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>20< ≤ 30%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>30< ≤ 40%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>40< ≤ 50%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>50< ≤ 60%</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>60< ≤ 70%</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>70< ≤ 80%</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>80< ≤ 90%</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>90<</td> </tr> </table>				0	≤ 10%	1	10< ≤ 20%	2	20< ≤ 30%	3	30< ≤ 40%	4	40< ≤ 50%	5	50< ≤ 60%	6	60< ≤ 70%	7	70< ≤ 80%	8	80< ≤ 90%	9	90<																														
0	≤ 10%																																																								
1	10< ≤ 20%																																																								
2	20< ≤ 30%																																																								
3	30< ≤ 40%																																																								
4	40< ≤ 50%																																																								
5	50< ≤ 60%																																																								
6	60< ≤ 70%																																																								
7	70< ≤ 80%																																																								
8	80< ≤ 90%																																																								
9	90<																																																								
Livello del danno A Nessun danno B Danno lieve C Danno medio D Danno grave E Danno gravissimo F Danno totale				Strutture verticali <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>308</td> <td>M</td> <td>E</td> <td>L</td> <td>N°</td> </tr> <tr> <td>312</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>316</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>320</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>324</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				308	M	E	L	N°	312					316					320					324																													
308	M	E	L	N°																																																					
312																																																									
316																																																									
320																																																									
324																																																									
Scale <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>348</td> <td>M</td> <td>E</td> <td>L</td> <td>N°</td> </tr> <tr> <td>352</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>356</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>360</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>364</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				348	M	E	L	N°	352					356					360					364					Strutture orizzontali <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>328</td> <td>M</td> <td>E</td> <td>L</td> <td>N°</td> </tr> <tr> <td>332</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>336</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>340</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>344</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				328	M	E	L	N°	332					336					340					344				
348	M	E	L	N°																																																					
352																																																									
356																																																									
360																																																									
364																																																									
328	M	E	L	N°																																																					
332																																																									
336																																																									
340																																																									
344																																																									
Tamponature <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>368</td> <td>M</td> <td>E</td> <td>L</td> <td>N°</td> </tr> <tr> <td>372</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>376</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>380</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>384</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				368	M	E	L	N°	372					376					380					384					Tamponature <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>368</td> <td>M</td> <td>E</td> <td>L</td> <td>N°</td> </tr> <tr> <td>372</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>376</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>380</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>384</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				368	M	E	L	N°	372					376					380					384				
368	M	E	L	N°																																																					
372																																																									
376																																																									
380																																																									
384																																																									
368	M	E	L	N°																																																					
372																																																									
376																																																									
380																																																									
384																																																									

Scheda di vulnerabilità 2° livello (MURATURA)

G.N.D.T. – SCHEDA DI VULNERABILITÀ DI 2° LIVELLO (MURATURA)



Codice ISTAT Provincia ¹		Codice ISTAT Comune ³		Scheda N° ⁷	
PARAMETRI		Classi	Qual. Inf.	ELEMENTI DI VALUTAZIONE	
				SCHEMI – RICHIAMI	
1	TIPO ED ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE (S.R.)	11	22	Norme nuove costruzioni (Clas. A) ³³ 1 Norme riparazioni (Clas. A) 2 Cordoli e catene tutti i livelli (Clas. B) 3 Buoni ammorsam. fra muri (Clas. C) 4 Senza cordoli cattivi ammors. (Clas. D) 5	
2	QUALITÀ DEL S.R.	12	23	(vedi manuale) ³⁴	
3	RESISTENZA CONVENZIONALE	13	24	Numero di piani N ³⁵ Area totale coperta A_t (mq) ³⁷ Area A_x (mq) ⁴¹ Area A_y (mq) ⁴⁴ τ_x (t/mq) ⁴⁷ Alt. media interpiano h (m) ⁵⁰ Peso specifico pareti p_m (t/mc) ⁵² Carico permanente solai p_s (t/mq) ⁵⁴	
4	POSIZIONE EDIFICIO E FONDAZIONE	14	25	Pendenza percentuale del terreno ⁵⁶ Roccia Fondazioni: Si 1 No 2 Terr. sciolto non sping Fond. Si 3 No 4 Terr. sciolto spingente Fond. Si 5 No 6 Differen. max di quota Δh (m) ⁵⁹	
5	ORIZZONTAMENTI	15	26	Piani sfalsati Si 1 No 2 Orizzontamenti rigidi e ben collegati ⁶³ 1 Orizzontam. deformabili e ben collegati 2 Orizzontam. rigidi e mal collegati 3 Orizzontam. deformabili e mal collegati 4 % Orizzontam. rigidi e ben collegati ⁶⁴	
6	CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	16	27	Rapporto percentuale $\beta_1 = a/l$ ⁶⁶ Rapporto percentuale $\beta_2 = b/l$ ⁷⁰	
7	CONFIGURAZIONE IN ELEVAZIONE	17	28	% aumento (+) o diminuzione(-) di massa ⁷⁴ Rapporto percentuale T/H ⁷⁷ Percentuale superficie porticata ⁷⁹ Piano terra porticato Si 1 No 2	
8	D_{max} MURATURE	18	29	Rapporto massimo l/s ⁸²	
9	COPERTURA	19	30	Copert. non sp. ⁸⁴ <input checked="" type="checkbox"/> poco sp. 1 sp. 2 Cordoli in copertura Si ⁸⁵ 1 No 2 Catene in copertura Si ⁸⁶ 1 No 2 Carico perman. coper. p_c (t/mq) ⁸⁷ Lungh. appoggio coper. l_s (m) ⁹⁰ Perimetro copertura l (m) ⁹³	
10	ELEM. NON STRUTT.	20	31	(Vedi manuale)	
11	STATO DI FATTO	21	32	(Vedi manuale)	

Parametro 3. Resistenza convenzionale

Tipologia strutture verticali τ_x (t/mq)

Minimo tra A_x ed A_y A (mq) _____

Massimo tra A_x ed A_y A (mq) _____

Coeff. $a_0 = A_t / A_t$ _____ Coeff. $\gamma = B/A$ _____

$q = (A_x + A_y) h p_m / A_t + p_s$ _____

$C = \frac{a_0 \tau_k}{q N} \sqrt{1 + \frac{q N}{1,5 c_k \tau_k (1 + \gamma)}}$

$\alpha = C/0,4$ _____

Parametro 6. Configurazione planimetrica

$\beta_1 = a/l$ $\beta_2 = b/l$

Parametro 7. Configurazione in elevazione

Parametro 9. Copertura

Scheda per il rilievo della vulnerabilità e del danno alle chiese

SCHEDA PER IL RILIEVO DELLA VULNERABILITÀ E DEL DANNO SISMICO ALLE CHIESE

Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti



Denominazione:		Scheda n°:	
Comune:	via/piazza:		
Località:	Data:	Squadra:	
Riferimenti per sopralluogo - (nome e recapito)			
Posizione:	<input type="checkbox"/> isolata	<input type="checkbox"/> corpi bassi annessi	<input type="checkbox"/> estremità o angolo <input type="checkbox"/> nel contesto urbano
Caratteristiche del sito:	<input type="checkbox"/> in piano	<input type="checkbox"/> in pendio	<input type="checkbox"/> su rilievo <input type="checkbox"/> su riporto <input type="checkbox"/> avvallamento
Condizioni d'uso:	<input type="checkbox"/> quotidiano	<input type="checkbox"/> settimanale	<input type="checkbox"/> saltuario <input type="checkbox"/> abbandonata
Stato di manutenzione generale:		<input type="checkbox"/> buono	<input type="checkbox"/> discreto <input type="checkbox"/> scadente <input type="checkbox"/> pessimo

Sezione 1. DATI TIPOLOGICI E DIMENSIONALI

Pianta: <input type="checkbox"/> una navata <input type="checkbox"/> due navate <input type="checkbox"/> tre navate <input type="checkbox"/> più navate <input type="checkbox"/> centrale <input type="checkbox"/> altro			
Aula:			
navata centrale largh. ____ x lungh. ____ altezza max: ____ n° campate: ____ <input type="checkbox"/> paraste <input type="checkbox"/> colonne <input type="checkbox"/> contrafforti esterni volte: <input type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> a vela <input type="checkbox"/> cupola strutturali: <input type="checkbox"/> sì - <input type="checkbox"/> non so quota imposta volta: ____ n° catene trasversali: ____ catene/cuciture: <input type="checkbox"/>	1° navata laterale matroneo: <input type="checkbox"/> largh. ____ x lungh. ____ altezza max: ____ n° colonne/pilastri: ____ <input type="checkbox"/> conci lapidei <input type="checkbox"/> muratura dimensioni: ____ x ____ altezza: ____ colleg. con navata centrale: <input type="checkbox"/> arco <input type="checkbox"/> architrave n° catene archi long.: ____ volte: <input type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> cupole o vele strutturali: <input type="checkbox"/> sì - <input type="checkbox"/> non so n° catene trasversali: ____	2° navata laterale / cappelle contigue largh. ____ x lungh. ____ altezza max: ____ n° col./pil./setti trasv.: ____ <input type="checkbox"/> conci lapidei <input type="checkbox"/> muratura dimensioni: ____ x ____ altezza: ____ colleg. con 1° nav. laterale: <input type="checkbox"/> arco <input type="checkbox"/> architrave n° catene archi long.: ____ volte: <input type="checkbox"/> a botte <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> cupole o vele strutturali: <input type="checkbox"/> sì - <input type="checkbox"/> non so n° catene trasversali: ____	pianta centrale largh. ____ x lungh. ____ altezza max: ____ forma: <input type="checkbox"/> circolare <input type="checkbox"/> quadrata/rettangolare <input type="checkbox"/> ellittica <input type="checkbox"/> poligonale <input type="checkbox"/> croce greca n° altari: ____ colonne: <input type="checkbox"/> volte: <input type="checkbox"/> a crociera <input type="checkbox"/> a padiglione <input type="checkbox"/> a vela <input type="checkbox"/> cupola strutturali: <input type="checkbox"/> sì - <input type="checkbox"/> non so quota imposta volta: ____ n° catene: ____
Copertura: lignea: <input type="checkbox"/> spingente <input type="checkbox"/> parz. sping. <input type="checkbox"/> non sping. <input type="checkbox"/> capriate c.a. o metallica: <input type="checkbox"/> cordoli: <input type="checkbox"/> pilastri: <input type="checkbox"/> controventi di falda: <input type="checkbox"/>	Presbiterio: <input type="checkbox"/> l. ____ x p. ____ x H ____ Coro: <input type="checkbox"/> l. ____ x p. ____ x H ____ volte strutturali: <input type="checkbox"/> sì - <input type="checkbox"/> non so n° catene: ____	Transetto: <input type="checkbox"/> n° navate: ____ largh. ____ x lungh. ____ altezza max: ____ volte strutturali: <input type="checkbox"/> sì - <input type="checkbox"/> non so n° catene: ____	Cappelle: <input type="checkbox"/> n° ____ largh. ____ x prof. ____ altezza max: ____ volte strutturali: <input type="checkbox"/> sì - <input type="checkbox"/> non so cupole: <input type="checkbox"/> n° catene: ____
Abside principale: <input type="checkbox"/> l. ____ x p. ____ x H ____ Absidi secondarie: <input type="checkbox"/> l. ____ x p. ____ x H ____ forma: prin. sec. rettangolare <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> poligonale <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> semicircolare <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> n° aperture: ____	Campanili: <input type="checkbox"/> n° ____ 1 - a ____ x b ____ x H ____ 2 - a ____ x b ____ x H ____ forma: 1 2 quadrata/rettang. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> poligonale <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> circolare <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> a vela <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> n° celle camp.: ____ catene/cerchiatura <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> posizione (D/S, A/P) ____	Cupola: <input type="checkbox"/> diametro: ____ forma: <input type="checkbox"/> circolare <input type="checkbox"/> poligonale strutturale: <input type="checkbox"/> sì - <input type="checkbox"/> non so lanterna: <input type="checkbox"/> tiburio: <input type="checkbox"/> tamburo: <input type="checkbox"/> n° aperture: ____ n° cerchiature: ____	Facciata: <input type="checkbox"/> forma: <input type="checkbox"/> capanna <input type="checkbox"/> salienti <input type="checkbox"/> rettangolare sommità a vela: <input type="checkbox"/> paraste o colonne: <input type="checkbox"/> statue o oggetti: <input type="checkbox"/> narcece o protiro: <input type="checkbox"/> edificio addossato: <input type="checkbox"/> n° aperture: ____
volte strutturali: sì <input type="checkbox"/> no ... <input type="checkbox"/> non so <input type="checkbox"/> n° catene interne: ____ catene/cerchiatura <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	isolato <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> inserito in pianta <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> est. (muro comune) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> esterno (adiacente) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> quota stacco: ____	Cripta: <input type="checkbox"/> lar. ____ x lun. ____ x H ____ n° colonne: ____ volte: <input type="checkbox"/> botte <input type="checkbox"/> crociera	Sacrestia/altro: <input type="checkbox"/> posizione: ____ (D/S, A/P) connessione: <input type="checkbox"/> adiacente <input type="checkbox"/> incatenata <input type="checkbox"/> ammorsata

Sezione 2. DANNI AD ELEMENTI DI VALORE ARTISTICO (lieve - grave - perdita del bene)

Affreschi:					
<input type="checkbox"/> volta aula □□□	<input type="checkbox"/> navate laterali □□□	<input type="checkbox"/> volte cappelle □□□	<input type="checkbox"/> volta transetto □□□	<input type="checkbox"/> volta presbiterio □□□	<input type="checkbox"/> volta abside □□□
<input type="checkbox"/> cupola □□□	<input type="checkbox"/> pareti navate □□□	<input type="checkbox"/> pareti transetto □□□	<input type="checkbox"/> pareti abside □□□	<input type="checkbox"/> pareti cappelle □□□	<input type="checkbox"/> altri corpi □□□
Stucchi: <input type="checkbox"/> volte □□□ <input type="checkbox"/> pareti/colonne □□□	Sculpture: <input type="checkbox"/> statue □□□ <input type="checkbox"/> altro □□□	Bassorilievi: <input type="checkbox"/> altari/pulpito □□□ <input type="checkbox"/> balaustre/altro □□□	Dipinti: <input type="checkbox"/> tele □□□ <input type="checkbox"/> polittici □□□	Facciata: <input type="checkbox"/> portali/edicole □□□ <input type="checkbox"/> rosoni □□□	Arredi sacri: <input type="checkbox"/> coro ligneo □□□ <input type="checkbox"/> organi/altro □□□

Sezione 3. INDICE DI DANNO E INDICE DI VULNERABILITÀ

1	RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA		<input type="checkbox"/>
Danno	DISTACCO DELLA FACCIATA DALLE PARETI		□□□
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ammorsamento scadente tra la facciata ed i muri della navata <input type="checkbox"/> Assenza di catene longitudinali o di contrafforti efficaci	
2	MECCANISMI NELLA SOMMITÀ DELLA FACCIATA		<input type="checkbox"/>
Danno	LESIONI NELLA ZONA ALTA DELLA FACCIATA		□□□
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Facciata indebolita per la presenza di grandi aperture (rosone o altro) <input type="checkbox"/> Assenza di collegamento con la copertura, di controventi di falda o di cordoli	
3	MECCANISMI NEL PIANO DELLA FACCIATA		<input type="checkbox"/>
Danno	LESIONI INCLINATE (TAGLIO); LESIONI VERTICALI O ARCUATE (ROTAZIONE)		□□□
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Presenza di molte aperture (anche tamponate) <input type="checkbox"/> Possibilità di rotazioni dalle pareti laterali (copertura spingente, volta non incatenata)	
4	RISPOSTA TRASVERSALE DELL'AULA O DEL TRANSETTO		<input type="checkbox"/>
Danno	LESIONI NEGLI ARCONI (CON EVENTUALE PROSECUZIONE NELLA VOLTA); ROTAZIONI, SCHIACCIAMENTI O LESIONI ALLA BASE DELLE PARETI DI NAVATA		□□□
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Pareti laterali di elevata snellezza <input type="checkbox"/> Assenza di catene trasversali o di contrafforti efficaci	
5	RISPOSTA LONGITUDINALE DELLA NAVATA CENTRALE		<input type="checkbox"/>
Danno	LESIONI NEGLI ARCHI O ARCHITRAVI LONGITUDINALI; SCHIACCIAMENTI E/O LESIONI ALLA BASE DEI PILASTRI; LESIONI A TAGLIO NELLE VOLTE DELLE NAVATE LATERALI		□□□
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Pilastri molto snelli e/o navata centrale particolarmente alta rispetto a quelle laterali <input type="checkbox"/> Assenza di catene longitudinali	
6	VOLTE DELLA NAVATA CENTRALE		<input type="checkbox"/>
Danno	LESIONI NELLE VOLTE DELL'AULA CENTRALE O SCONNESSIONI DAGLI ARCONI		□□□
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Volte eccessivamente ribassate e/o snelle <input type="checkbox"/> Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura	
7	VOLTE DELLE NAVATE LATERALI E DEL TRANSETTO		<input type="checkbox"/>
Danno	LESIONI NELLE VOLTE O SCONNESSIONI DAGLI ARCONI		□□□
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Volte eccessivamente ribassate e/o snelle <input type="checkbox"/> Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura	
8	ARCHI TRIONFALI (DELL'AULA E DEI TRANSETTI)		<input type="checkbox"/>
Danno	LESIONI NELL'ARCO, SCORRIMENTO DI CONCI, SCHIACCIAMENTO ALLA BASE DEI PIEDRITTI		□□□
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Arco di spessore inadeguato o realizzato con muratura scadente <input type="checkbox"/> Incatenamento assente o mal posizionato; pareti di taglio deboli	
9	CUPOLA O TIBURIO		<input type="checkbox"/>
Danno	LESIONI NELLA CUPOLA (AD ARCO), NEL TAMBURINO O NELLA LANTERNA		□□□
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Tamburo molto alto e caratterizzato da grandi aperture <input type="checkbox"/> Assenza di cerchiatura o di contrafforti esterni	
10	RIBALTAMENTO DI ALTRE PARETI DI ESTREMITÀ (TRANSETTO, CAPPELLE)		<input type="checkbox"/>
Danno	DISTACCO DELLE PARETI DI ESTREMITÀ DALLE PARETI ORTOGONALI		□□□
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ammorsamento scadente tra la parete di estremità ed i muri ortogonali <input type="checkbox"/> Assenza di catene o di contrafforti efficaci	
11	RIBALTAMENTO DELL'ABSIDE (O DEL PRESBITERIO)		<input type="checkbox"/>
Danno	LESIONI VERTICALI O ARCUATE NELLE PARETI DELL'ABSIDE		□□□
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Assenza di cerchiatura o di catene longitudinali <input type="checkbox"/> Copertura spingente o forte indebolimento per la presenza di aperture nelle pareti	

12	VOLTE DEL PRESBITERIO O DELL'ABSIDE		<input type="checkbox"/>
Danno	LESIONI NELLA VOLTA O NEL CATINO ABSIDALE		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Volte eccessivamente ribassate e/o snelle <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Presenza di carichi concentrati trasmessi dalla copertura		
13	ROTTURA A TAGLIO DELLE PARETI		<input type="checkbox"/>
Danno	LESIONI INCLINATE (SINGOLE O INCROCIATE); LESIONI ATTRAVERSO DISCONTINUITÀ LOCALI (VECCHIE APERTURE TAMPONATE, ecc.)		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Muratura di qualità scadente o di limitato spessore <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Forti indebolimenti per la presenza di aperture (anche preesistenti e tamponate)		
14	MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA		<input type="checkbox"/>
Danno	LESIONI VICINO ALLE TESTE DELLE TRAVI LIGNEE; SCORRIMENTI DELLE STESSE; SCONNESSIONI TRA CORDOLI E MURATURA; MOVIMENTI SIGNIFICATIVI DEL MANTO		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Copertura spingente; aumento del peso originario a seguito del rifacimento della copertura <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Assenza di collegamento delle travi lignee alla muratura o di ammortamento del cordolo		
15	INTERAZIONI IN PROSSIMITÀ DI IRREGOLARITÀ PLANO-ALTIMETRICHE (CORPI ADIACENTI, ARCHI RAMPANTI)		<input type="checkbox"/>
Danno	MOVIMENTI NEL GIUNTO O LESIONI NELLA MURATURA PER MARTELLAMENTO LESIONI VERTICALI NEL CORPO MENO RIGIDO, ROTAZIONI NEL CORPO PIÙ ALTO		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mancanza di connessione tra le murature o elevata differenza di rigidità tra i due corpi <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Assenza di un buon ammortamento o di catene di collegamento		
16	TORRE CAMPANARIA		<input type="checkbox"/>
Danno	LESIONI VICINO ALLO STACCO DAL CORPO DELLA CHIESA; LESIONI A TAGLIO E SCORRIMENTO; LESIONI VERTICALI (ESPULSIONE DI UN ANGOLO)		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mancanza di connessione tra le murature o torre molto snella <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Muratura degradata, di scadente qualità o di limitato spessore		
17	CELLA CAMPANARIA		<input type="checkbox"/>
Danno	LESIONI NEGLI ARCHI; ROTAZIONI O SCORRIMENTI DEI PIEDRITTI		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Assenza di catene o cerchiatura; piedritti molto snelli <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Copertura pesante e/o spingente		
18	AGGETTI (VELA, GUGLIE, PINNACOLI, STATUE)		<input type="checkbox"/>
Danno	EVIDENZA DI ROTAZIONI PERMANENTI O DI SCORRIMENTI		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Vulnerabilità	(non so) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Assenza di contrafforti o di altri collegamenti efficaci alla fabbrica <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Elevata snellezza dell'aggetto		
19	EFFETTI AL SUOLO DOVUTI ALLA MORFOLOGIA E ALLA GEOLOGIA DELL'AREA INTERESSATA		<input type="checkbox"/>
Danno	EVIDENZA DI EFFETTI AL SUOLO (frane, cedimenti, fratturazione, liquefazione)		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
20	EFFETTI AL SUOLO DERIVANTI DA AZIONI MUTUE TRA TERRENO E COSTRUZIONE		<input type="checkbox"/>
Danno	LESIONI DA CEDIMENTO IN FONDAZIONE		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Localizzazione:		

$n =$ ____ (numero dei meccanismi possibili) $d =$ ____ (punteggio totale di danno) $i_d = d / 3n =$ ____
 $v =$ ____ (punteggio vulnerabilità intrinseca) $p =$ ____ (domande a cui non si è risposto) $i_v = v / (2n-p) =$ ____

Sezione 4. CARATTERISTICHE DELLE MURATURE

FACCIATA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>				scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :
scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :	scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :
PARETI LATERALI <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>				scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :
scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :	scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :
TRANSETTO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>				scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :
scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :	scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :
ABSIDE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>				scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :
scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :	scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :
CAMPANILE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>				scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :
scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :	scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :
ALTRI CORPI (cappelle, sacrestia) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>				scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :
scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :	scheda n°:	%:	S_{min} :	S_{max} :

Sezione 5. AGIBILITÀ

<input type="checkbox"/> AGIBILE	<input type="checkbox"/> INAGIBILE
<input type="checkbox"/> Parzialmente agibile:	<input type="checkbox"/> Agibile con provvedimenti:

Sezione 6.**ANNOTAZIONI**

(opere urgenti, danni particolari, recenti interventi di consolidamento, beni da salvaguardare)

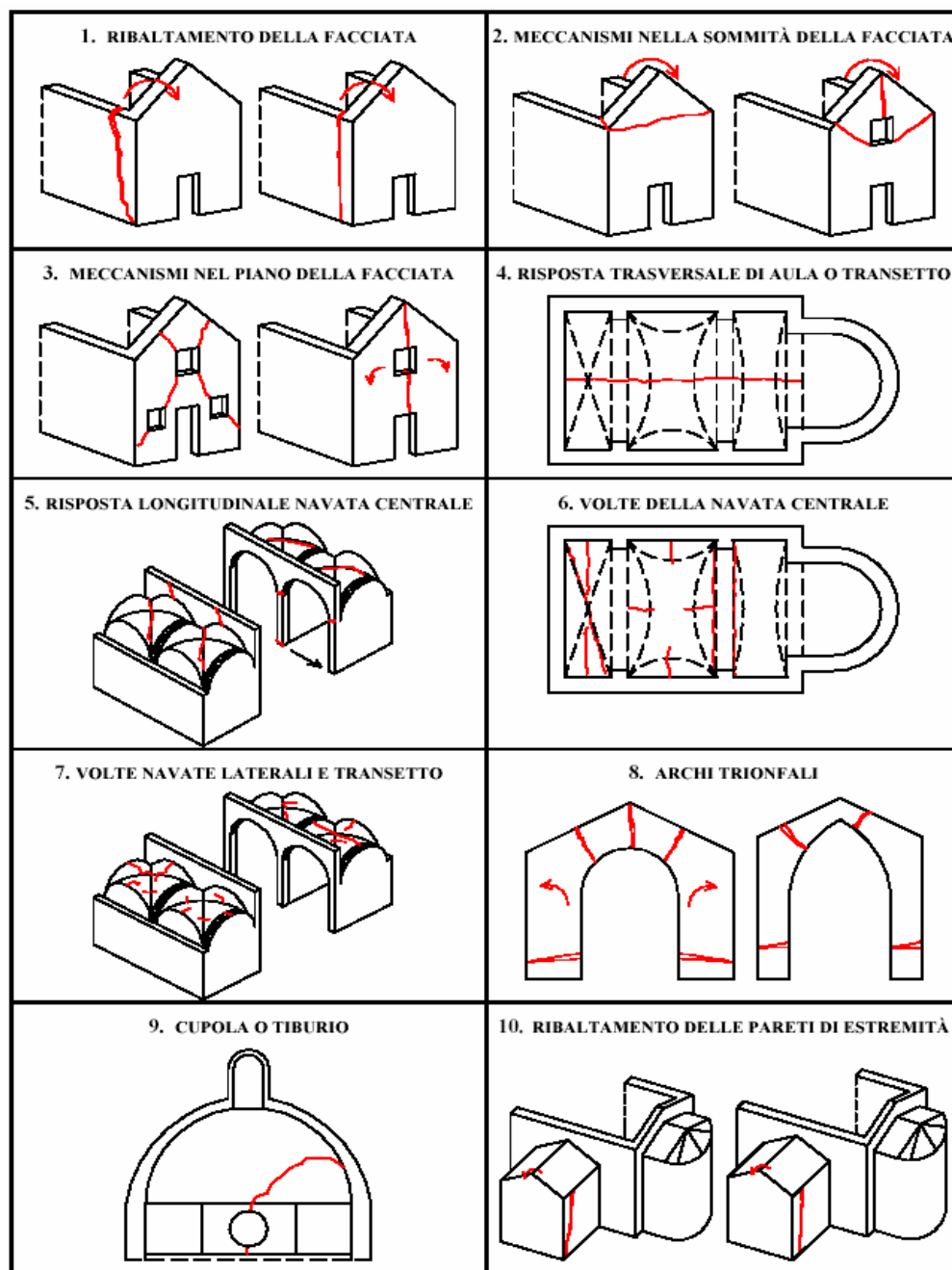
--

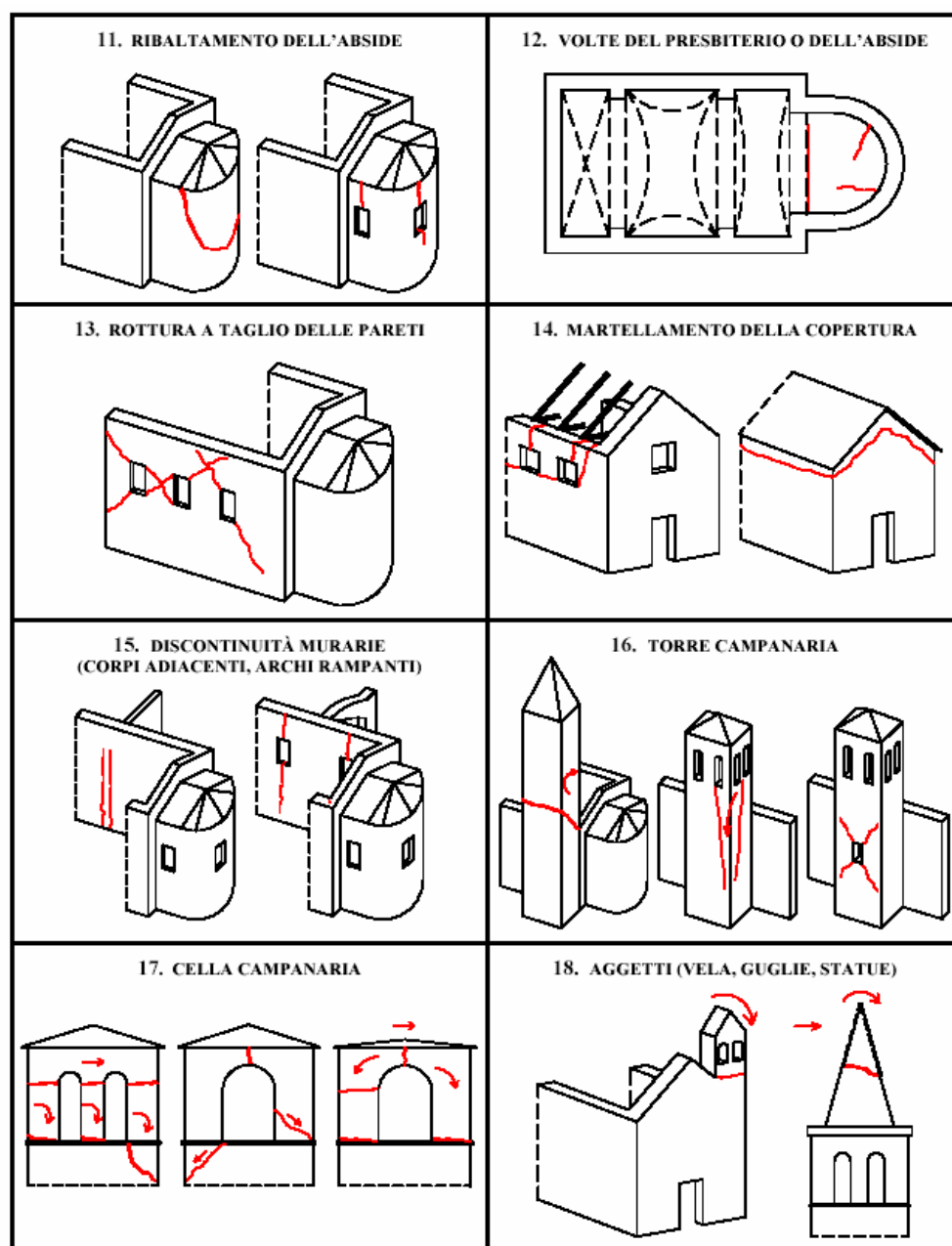
Sezione 7. ELABORATI GRAFICI

(piante, sezioni, prospetti; illustrazione di dissesti particolari)

--

Abaco dei meccanismi di collasso delle chiese

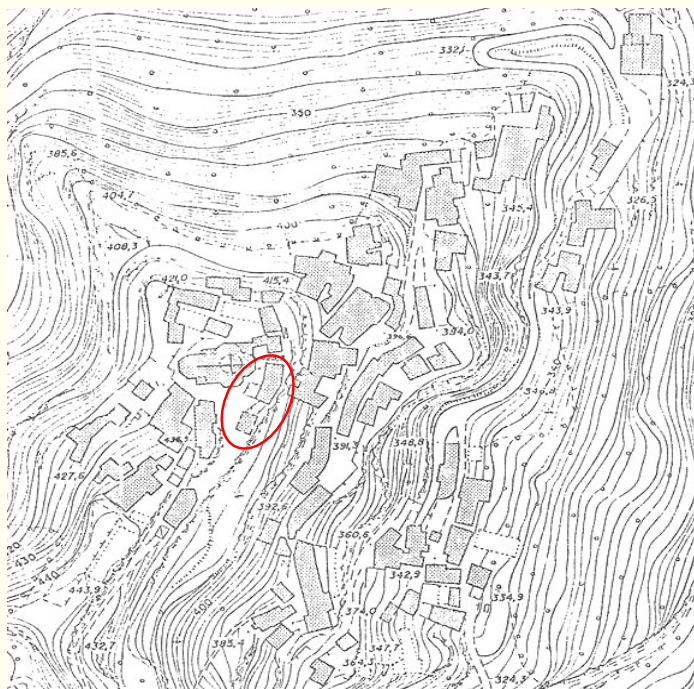




Rilievi

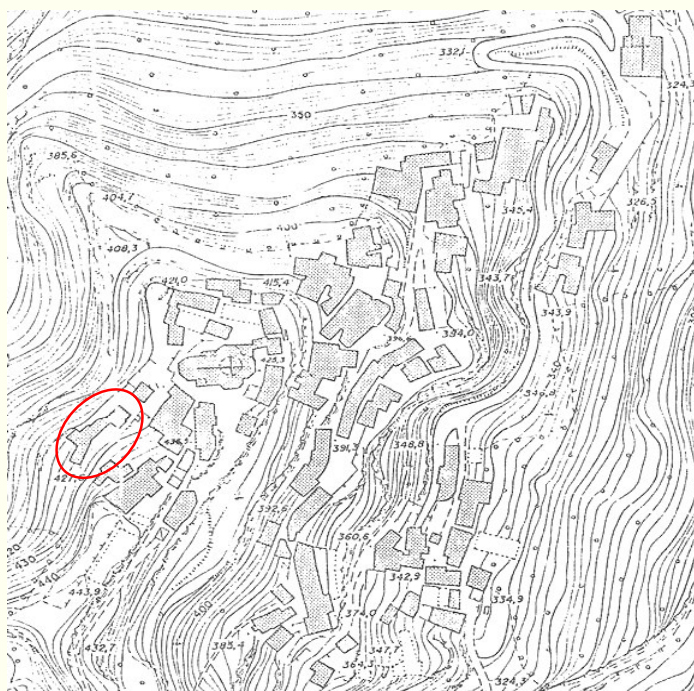
COMUNE DI LAINO CASTELLO (CS)

Tavola. 1 Comparto C1



COMUNE DI LAINO CASTELLO (CS)

Tavola. 2 Comparto C2



COMUNE DI LAINO CASTELLO (CS)

Tavola. 3 Edificio E.1



COMUNE DI LAINO CASTELLO (CS)

Tavola. 4 Chiesa di San Teodoro

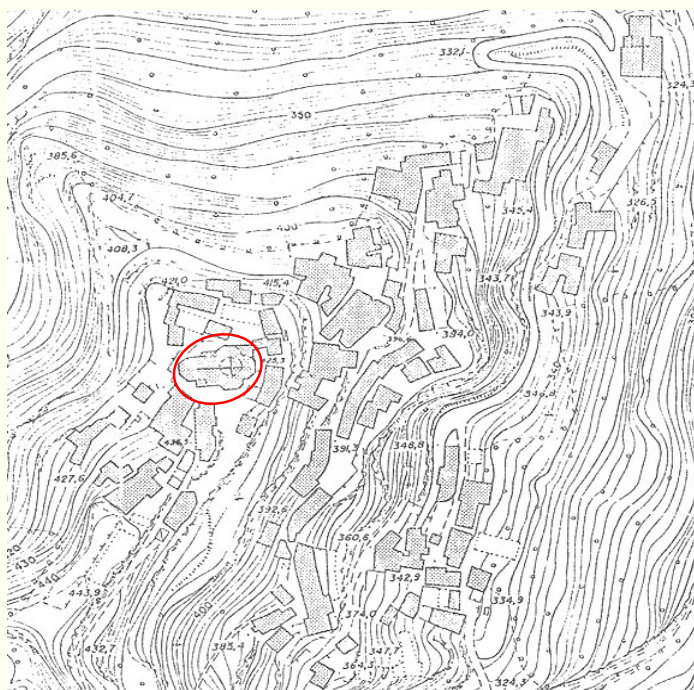


Tavola. 1 Rilievo Comparto C1

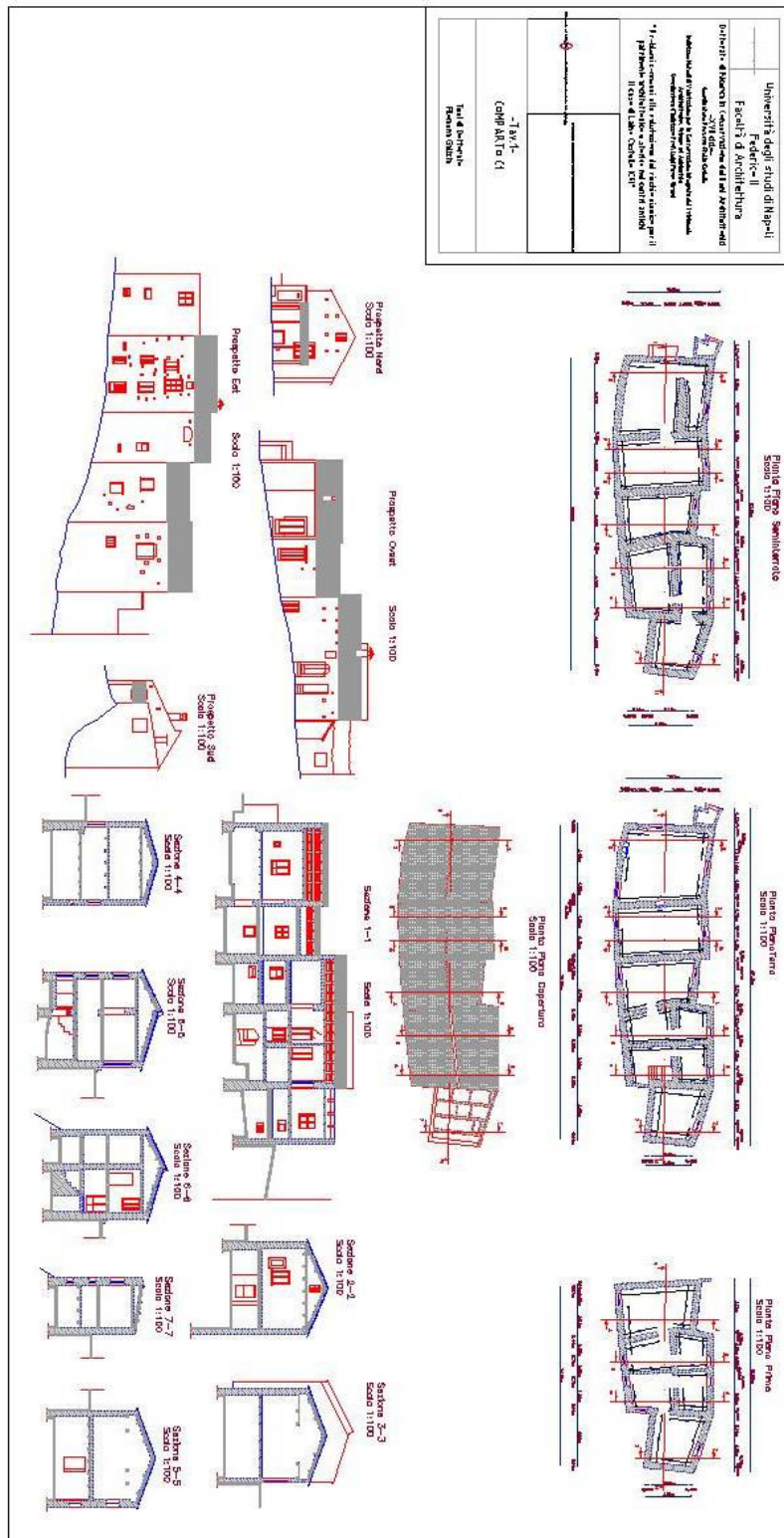


Tavola. 2 Rilievo Comparto C2

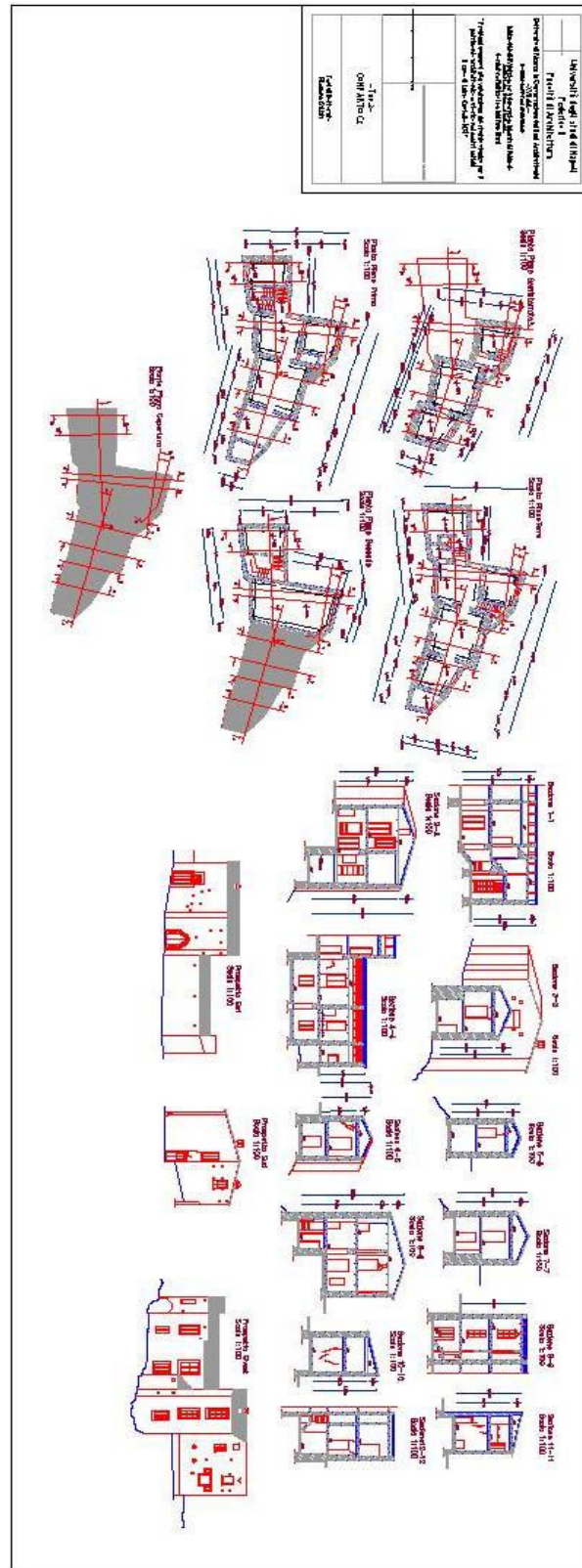


Tavola. 3 Rilievo Edificio E.1

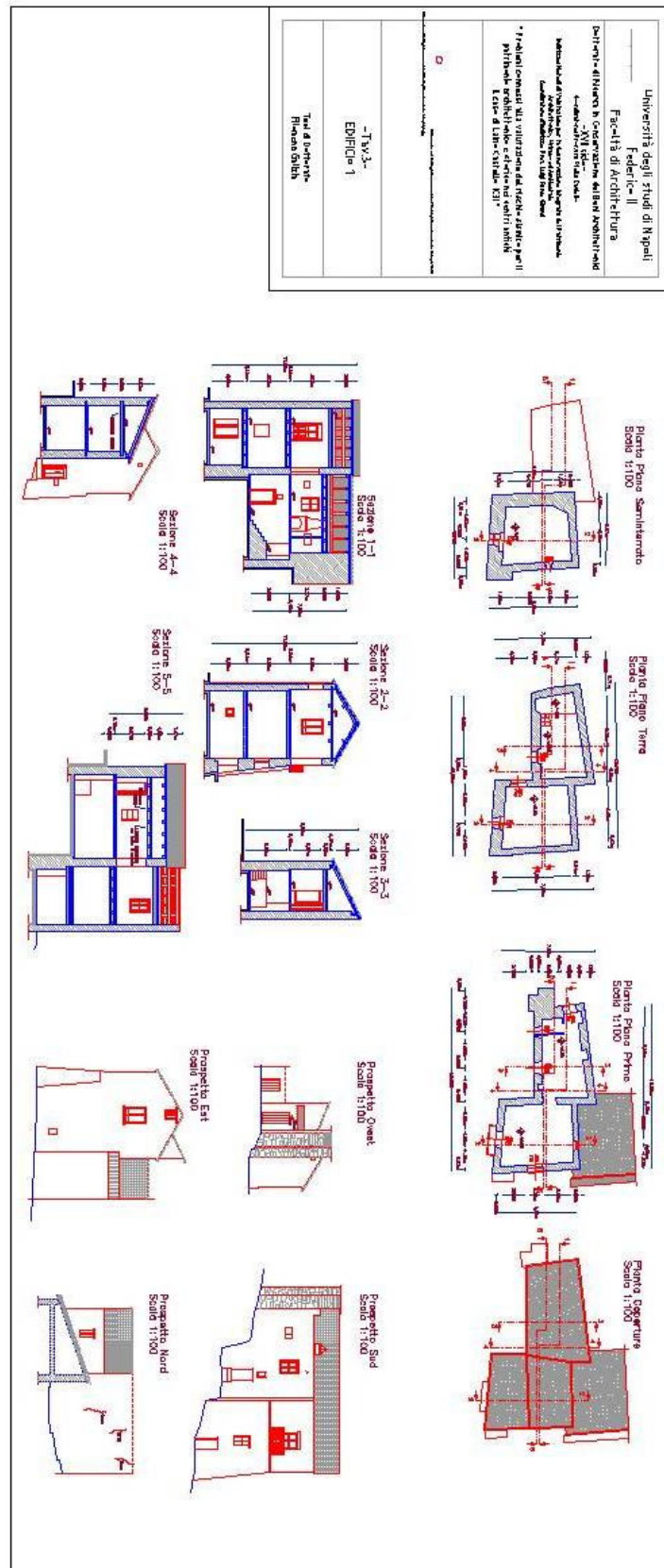


Tavola. 4 Rilievo Chiesa di San Teodoro

